

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

INTENSIDADES DE SOMBREAMENTO E CORES DE TELAS NO
DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES DE MYRTACEAE

Fabício Silva Nunes
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos
requisitos à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Junho de 2013

CIP - Catalogação na Publicação

Nunes, Fabrício Silva

Intensidade de sombreamento e cores de telas no desenvolvimento de espécies de Myrtaceae / Fabrício Silva Nunes. -- 2013.

137 f.

Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin.

Coorientador: Gilmar Schäfer.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2013.

1. Produção de mudas. 2. Myrtaceae. 3. Sombreamento. I. Marodin, Gilmar Arduino Bettio, orient. II. Schäfer, Gilmar, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FABRÍCIO SILVA NUNES
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 27.06.2013
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 27.05.2014
Por

GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
MARODIN
Orientador - PPG Fitotecnia

GILMAR ARDUINO BETTIO
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

SERGIO FRANCISCO SCHWARZ
PPG Fitotecnia

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
PPG Fitotecnia

LIA ROSANE RODRIGUES
FEPAGRO

PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Tatiana e Airton pelo apoio, carinho e ensinamentos durante toda a caminhada desta vida.

Ao meu irmão Guilherme e a meus demais familiares pela compreensão e apoio.

Ao meu amigo Régis por compreender tanta ausência e mesmo assim, manter nossa amizade.

Ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Aos professores Gilmar Arduino Bettio Marodin e Gilmar Schäfer, pelo apoio e orientação.

Ao professor Luís Mauro Gonçalves Rosa e ao doutorando Igor Justin Carassai pelas explicações sobre fotossíntese e orientações para a instalação de equipamentos de medição de radiação a campo.

Aos colegas de Pós-graduação, em especial ao Henrique Queiroz, Gustavo e Mateus, pela colaboração e amizade ao longo deste trabalho.

Aos bolsistas, Alexandre e Nicole pela contribuição e amizade.

À equipe do Laboratório de Anatomia Vegetal (LAVeg) do Departamento de Botânica da UFRGS, em especial ao professor Jorge Ernesto de Araújo Mariath e à Juliana, pelo acolhimento e paciência em ensinar os procedimentos do laboratório, bem como o manuseio dos equipamentos.

Aos funcionários Idenir, Adelar e Arlindo do Departamento de Horticultura e Silvicultura da UFRGS.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

A todos que de alguma forma contribuíram na execução deste trabalho.

Obrigado.

INTENSIDADES DE SOMBREAMENTO E CORES DE TELAS NO DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES DE MYRTACEAE ¹

Autor: Fabrício Silva Nunes
Orientador: Gilmar Arduino Bettio Marodin
Co-orientador: Gilmar Schäfer

RESUMO

A família Myrtaceae tem grande importância econômica, uma vez que os frutos de várias espécies são utilizados na alimentação, além de suas propriedades medicinais e potencial ornamental. O trabalho objetivou estudar as possíveis adaptações morfológicas, fisiológicas e anatômicas de quatro espécies da família Myrtaceae durante o seu desenvolvimento, após serem expostas a seis tipos de sombreamento, em casa de vegetação. O trabalho foi desenvolvido no período de fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013, na Estação Experimental Agrônômica/UFRGS e as análises do material coletado, realizadas no Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS), Faculdade de Agronomia/UFRGS. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. A parcela principal constituiu-se nos tratamentos de telas pretas de 35%, 50% e 80% de intensidade de sombreamento; telas vermelhas de 35% e 50% de intensidade de sombreamento e 0% (sem tela). As subparcelas foram formadas pelas espécies *Eugenia uniflora*, *Myrcianthes pungens*, *Eugenia pyriformis* e *Psidium cattleianum*, nas quais foram feitas avaliações morfológicas e fisiológicas da parte aérea e do sistema radicular. Descrições anatômicas de secções foliares transversais destas espécies, também foram realizadas. Com base nos resultados, constata-se que a utilização de tela com intensidade de 50% de sombreamento, preta ou vermelha, provoca resposta de evitação à sombra nas plantas. O tratamento de 80% propicia respostas negativas nas plantas, na maioria dos parâmetros morfológicos avaliados. O sombreamento provoca redução da relação clorofila *a/b* e aumento dos teores de clorofila total. Há diferenças no acúmulo de substâncias de reserva na parte aérea/raiz de acordo com a espécie. O uso de tela provoca alterações anatômicas nas espécies estudadas, sendo o tratamento de 80% de sombreamento com tela preta o que causa a maior redução da espessura do mesofilo das folhas. Entre as quatro espécies estudadas, o araçazeiro-amarelo destaca-se pelo maior vigor das mudas e o guabijuzeiro pela maior capacidade de aclimação ao sombreamento.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (137p.) Junho, 2013.

SHADE INTENSITY AND SCREEN COLOR ON THE DEVELOPMENT OF MYRTACEAE SPECIES²

Author: Fabrício Silva Nunes
Advisor: Gilmar Arduino Bettio Marodin
Co-supervisor: Gilmar Schäfer

ABSTRACT

The Myrtaceae family is of great economic importance since the fruits of the various species are used for fresh consumption and, besides, some of the constituents have medicinal properties and the plants, as well, have an ornamental potential. In the present study the possible morphological adaptations, physiology and anatomics of four species of the family Myrtaceae during its development were investigated after exposure to six types of shadings in greenhouse cultivation. The study was conducted from February 2012 to February 2013 at the Estação Experimental Agronomica/UFRGS and analyses of the collected material were performed in the laboratories of the Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS), Faculdade de Agronomia/UFRGS. The experiment was conducted in a split-plot randomized blocks design with four replicates. The main factor consisted of black screens in treatments of 35%, 50% or 80% shading intensity, red screens of 35% or 50% shading intensity and a control (no screen). The subplots were formed by species *Eugenia uniflora*, *Myrcianthes pungens*, *Eugenia pyriformis* and *Psidium cattleianum* in which assessments were conducted morphological and physiological shoot and root system. Anatomical descriptions of transverse leaf sections were also performed. Based on the results, it appears that the use of the screen with an intensity of 50% shading, black or red, causes the shade avoidance response in plants. The treatment provides 80% negative responses in plants, on the majority of morphological parameters. The shading causes a reduction in the chlorophyll a / b and increased levels of total chlorophyll. There are differences in the accumulation of reserve substances in shoot / root part according to the species. The use of screen causes anatomical changes in the species studied, with the treatment of 80% shading with black screen which causes greater reduction in thickness of the mesophyll of leaves. Among the four species studied, the *Psidium cattleianum* stands out with greater vigor and seedling *Myrcianthes pungens* the increased capacity acclimation to shading.

² Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (137p.) Juny, 2013.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Radiação solar	3
2.1.1 Grandezas radioativas e unidades de medida.....	4
2.2 Fotossíntese	5
2.2.1 Pigmentos fotossintetizantes	7
2.2.2 Reações de carboxilação e formação de açúcares.....	9
2.3 Fotorreceptores de luz	11
2.3.1 Fitocromo	11
2.3.2 Fotorreceptores de luz azul	14
2.4 Luz: considerações ecológicas	16
2.5 Anatomia foliar	18
2.6 Plásticultura na produção agrícola	19
2.7 Caracterização da família Myrtaceae	25
2.8 Caracterização das espécies estudadas.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 Material vegetal utilizado.....	36
3.2 Etapas de preparação do material vegetal utilizado no experimento	37
3.3 Área experimental	41
3.4 Delineamento experimental e tratamentos	42
3.5 Manejo após instalação na casa de vegetação.....	45
3.5.1 Irrigação	45
3.5.2 Adubação	45
3.5.3 Desbrote e tutoramento	47
3.5.4 Tratamentos fitossanitários	48
3.6 Condições Meteorológicas	49
3.6.1 Monitoramento na região de instalação do experimento	49
3.6.2 Monitoramento da radiação fotossinteticamente ativa incidente e das temperaturas máximas, médias e mínimas em microescala (dentro da casa de vegetação)	49
3.7 Parâmetros avaliados.....	50
3.7.1 Comprimento da parte aérea e do sistema radicial	50
3.7.2 Diâmetro de coleto	51
3.7.3 Número de folhas, área foliar total, razão de área foliar e área foliar específica	51

	Página
3.7.4 Razão de massa seca da parte aérea e massa seca de raiz, massa seca de folhas, razão de massa seca de folhas e massa seca total	52
3.7.5 Razão de clorofila <i>a/b</i> e teor de clorofila total	52
3.7.6 Teor de substâncias de reserva da parte aérea e do sistema radicial	53
3.7.8 Cortes histológicos de folhas	54
3.8 Análise estatística	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1 Caracterização meteorológica	57
4.1.1 Condições meteorológicas da região de instalação do experimento	57
4.1.2 Condições meteorológicas dentro da estufa	58
4.2 Parâmetros morfológicos	64
4.2.1 Comprimento de parte aérea	64
4.2.2 Comprimento de raiz	69
4.2.3 Diâmetro de coleto	72
4.2.4 Número de folhas	74
4.2.5 Área foliar total	78
4.2.6 Razão de área foliar	81
4.2.7 Área foliar específica	83
4.2.8 Razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz	86
4.2.9 Massa seca de folhas	89
4.2.10 Razão de massa seca de folhas	92
4.2.11 Massa seca total	94
4.3 Parâmetros fisiológicos	97
4.3.1 Relação clorofila <i>a/b</i>	97
4.3.2 Teor de clorofila total	100
4.3.3 Teor de substâncias de reserva de parte aérea	103
4.3.4 Teor de substâncias de reserva de raiz	107
4.4 Aspectos Anatômicos	110
4.4.1 Araçazeiro-amarelo	110
4.4.2 Guabijuzeiro	114
4.4.3 Pitangueira	117
4.4.4 Uvaieira	120
5 CONCLUSÕES	124
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
8 APÊNDICE	136

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Composição e características do substrato comercial Carolina 2 – BR (CSC).....	39
2. Propriedades químicas e físicas do substrato de casca de <i>Pinus</i> , proveniente de Santa Catarina. Análise realizada no Laboratório de Análise de Substratos para Plantas – DHS/UFRGS, Porto Alegre, RS, 2012.....	41
3. Composição e características de solução do adubo foliar Torped®.....	47
4. Produtos e dosagens aplicadas de inseticida (Vertimec® 18 EC – i.a. abamectina) e fungicida (Cabrio Top® - i.a. metiram e piraclostrobina), em dias após o transplante (DAT – 04/02/2012). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	48
5. Radiação fotossinteticamente ativa incidente medida em 24/07 e 25/07/2013, fora da casa de vegetação, dentro da casa de vegetação e nos tratamentos de sombreamento e, intensidade de sombreamento real obtida após medições da radiação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2013.....	60
6. Comprimento de parte aérea na avaliação final, em mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	66
7. Comprimento de raiz (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	71
8. Diâmetro de coleto na avaliação final, em mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	73
9. Número de folhas de mudas de araçazeiro (três coletas), guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	76
10. Área foliar total (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores (três coletas). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	79

	Página
11. Razão de área foliar (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	82
12. Área foliar específica (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	85
13. Razão entre massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores (três coletas). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	88
14. Massa seca de folhas (três coletas) em mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	90
15. Razão de massa seca de folhas (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	93
16. Massa seca total (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	96
17. Razão de clorofilas <i>a/b</i> final em folhas de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	98
18. Teor de clorofila total final em folhas de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	101
19. Teor de substâncias de reserva final de parte aérea de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	105
20. Teor de substâncias de reserva final de raiz de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	109

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Espectro eletromagnético.....	4
2. Bandejas e caixas Gerbox com plântulas de espécies de Myrtaceae, dentro de câmara incubadora. DHS/UFRGS, Porto Alegre, RS, 2012.....	38
3. Mudanças de espécies de Myrtaceae transferidas para bandejas de cinquenta células e acondicionadas dentro de casa de vegetação. DHS/UFRGS, Porto Alegre, RS, 2012.....	40
4. Vista interna da casa de vegetação e distribuição dos tratamentos dentro desta (0 % - sem tela; P35 % - tela preta com intensidade de sombreamento de 35 %; P50 % - tela preta com sombreamento de 50 %; P80 % - tela preta com sombreamento de 80 %; V35 % - tela vermelha com sombreamento de 35 % e V50 % - tela vermelha com sombreamento de 50 %), no dia da instalação do experimento (04/02/2012). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	43
5. Muda de uvaieira com clorose entre as nervuras das folhas (sintoma de deficiência de Ferro). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	46
6. Sintomas do ataque de insetos da família Cecidomyiidae a folhas de pitangueira e associação a este da incidência de fungos em esporulação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	48
7. Temperaturas mínima, média e máxima mensal (médias), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	57
8. Radiação solar global, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	58
9. Temperatura máxima mensal (A); Temperatura média mensal (B); Temperatura mínima mensal (C), medidas no período de 22/03 a 01/11/2012. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	61
10. Queima de ponteiros de mudas de Myrtaceae (A – araçazeiro-amarelo; U – uvaieira; G – guabijuzeiro) pela ocorrência de geada. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	64

	Página
11. Comprimento de parte aérea final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	65
12. Curva de transmissão da tela preta.....	66
13. Curva de transmissão da tela vermelha.....	67
14. Comprimento de raiz final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	75
15. Diâmetro de coleto final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	72
16. Número de folhas final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro(ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	75
17. Área foliar total final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	78
18. Razão de área foliar final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	81
19. Área foliar específica final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	83
20. Razão entre massa seca da parte aérea e massa seca de raiz final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	86
21. Massa seca de folhas final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	89
22. Razão de massa seca de folhas final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	92
23. Massa seca total final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.....	95

24. Relação clorofila *a/b* final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012..... 97
25. Teor de clorofila total final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012..... 100
26. Teor de substância de reserva final de parte aérea (folhas, caule e ramos) de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012..... 103
27. Teor de substâncias de reserva final de raiz de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012..... 108
28. (1-7) Secção transversal de lâmina foliar de mudas de araçazeiro-amarelo expostas a diferentes intensidades de sombreamento e cores de telas. (1) 0 % de sombreamento (material coletado 33 dias após a instalação do experimento). (2-7) Material coletado 292 dias após a instalação do experimento. (2) 0 % de sombreamento. (3) 35 % - Tela preta. (4) 35 % - Tela vermelha. (5) 50 % - Tela preta. (6) 50 % - Tela vermelha. (7) 80 % - Tela preta. Ead=epiderme adaxial; Eab=epiderme abaxial; Pp=Parênquima paliçádico; Pe=Parênquima esponjoso; Ei=espaço intercelular. Cortes de 5 µm. Aumento:20 X. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012..... 111
29. (1-7) Secção transversal de lâmina foliar de mudas de guabijuzeiro expostas a diferentes intensidades de sombreamento e cores de telas. (1) 0 % de sombreamento (material coletado 33 dias após a instalação do experimento). (2-7) Material coletado 292 dias após a instalação do experimento. (2) 0 % de sombreamento. (3) 35 % - Tela preta. (4) 35 % - Tela vermelha. (5) 50 % - Tela preta. (6) 50 % - Tela vermelha. (7) 80 % - Tela preta. Ead=epiderme adaxial; Eab=epiderme abaxial; Pp=Parênquima paliçádico; Pe=Parênquima esponjoso; Ei=espaço intercelular. Cortes de 5 µm. Aumento:20 X. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012..... 115
30. (1-7) Secção transversal de lâmina foliar de mudas de pitangueira expostas a diferentes intensidades de sombreamento e cores de telas. (1) 0 % de sombreamento (material coletado 33 dias após a instalação do experimento). (2-7) Material coletado 292 dias após a instalação do experimento. (2) 0 % de sombreamento. (3) 35 % - Tela preta. (4) 35 % - Tela vermelha. (5) 50 % - Tela preta. (6) 50 % - Tela vermelha. (7) 80 % - Tela preta. Ead=epiderme adaxial; Eab=epiderme abaxial; Pp=Parênquima paliçádico; Pe=Parênquima esponjoso; Ei=espaço intercelular. Cortes de 5 µm. Aumento:20 X. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012..... 119

31. (1-7) Secção transversal de lâmina foliar de mudas de uvaieira expostas a diferentes intensidades de sombreamento e cores de telas. (1) 0 % de sombreamento (material coletado 33 dias após a instalação do experimento). (2-7) Material coletado 292 dias após a instalação do experimento. (2) 0 % de sombreamento. (3) 35 % - Tela preta. (4) 35 % - Tela vermelha. (5) 50 % - Tela preta. (6) 50 % - Tela vermelha. (7) 80 % - Tela preta. Ead=epiderme adaxial; Eab=epiderme abaxial; Pp=Parênquima paliçádico; Pe=Parênquima esponjoso; Ei=espaço intercelular. Cortes de 5 μ m. Aumento:20 X. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012..... 121

RELAÇÃO DE APÊNDICE

	Página
1. Protocolo para inclusão em historesina – Jung.....	136

1 INTRODUÇÃO

A família Myrtaceae tem grande importância econômica, uma vez que várias espécies são utilizadas na alimentação, possuem propriedades medicinais e potencial ornamental. Entre as espécies apreciadas por seus frutos tem-se a goiaba (*Psidium guajava* L.), a uvaia (*Eugenia pyriformes* L.), o araçá (*Psidium cattleianum* Sabine), a pitanga (*Eugenia uniflora* L.), o guabiju (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand), a goiaba-serrana (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret), a cereja-do-rio-grande (*Eugenia involucrata* Vell.), o jambo (*Syzygium jambos* (L.) Alston), além da jaboticaba (*Plinia cauliflora* L.) e do cambuci (*Campomanesia phaea* (O. Berg) Landrum), também utilizadas na fabricação de licores. Várias espécies de *Psidium* são utilizadas popularmente para aliviar disenterias, como anestésicos e por apresentar atividade fungicida (*Psidium acutangulum* DC.). Algumas espécies, como o cravo (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr.) e a pimenta (*Pimenta officinalis* Lindl.), fornecem condimentos. Entre as grandes produtoras de madeira e também de antissépticos, destacam-se várias espécies de *Eucalyptus* L'Her. Como ornamentais, merecem destaque *Myrtus communis* L., na confecção de grinaldas e também algumas espécies de *Melaleuca* L., na arborização urbana (Miles *et al.*, 1990, 1991; Barroso, 1991; Kawasaki & Landrum, 1997; Almeida *et al.*, 1998; Silva, 1998; Judd *et al.*, 2002). As flores são na maioria melíferas e algumas espécies são recomendadas como ornamentais por apresentarem porte ideal para arborização urbana e recuperação de bosques (Sanhotene, 1989).

Tendo-se em vista a importância e o potencial das espécies de Myrtaceae nativas (anteriormente citadas) e o fato de que as florestas nativas encontram-se cada vez mais fragmentadas e reduzidas a porções muito pequenas, em relação às suas áreas originais, devido à exploração dos recursos naturais, principalmente das espécies arbóreas, visando o uso da madeira e a abertura de novas áreas para a agricultura, torna-se importante o estudo sobre a produção de mudas em ambiente protegido para programas de recuperação ambiental e exploração econômica.

Diversos fatores ambientais influem no desenvolvimento de mudas, dentre eles a qualidade da luz incidente, a qual pode levar as plantas a apresentar respostas de aclimação ao ambiente lumínico.

Neste estudo foram consideradas as seguintes hipóteses:

- O sombreamento acarreta modificações anatômicas em folhas das quatro espécies de Myrtaceae;
- Ocorre um maior crescimento inicial de plantas sob luminosidade plena;
- Os teores de clorofila total são maiores em mudas sombreadas;
- Há um maior acúmulo de carboidratos não-estruturais na parte aérea de plantas mantidas sob sol pleno;
- A área foliar é maior em plantas sob sombreamento.

Diante disso, com a realização do presente trabalho, tem-se por objetivo estudar as adaptações morfológicas, fisiológicas e anatômicas que uvaieira (*Eugenia pyriformes*), araçazeiro-amarelo (*Psidium cattleianum*), pitangueira (*Eugenia uniflora*) e guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens*), apresentaram, durante seu desenvolvimento, ao serem conduzidas em seis condições de sombreamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Radiação solar

A radiação solar possui características tanto de partículas quanto de ondas. A energia radiante ora revela uma natureza corpuscular (fóton), ora se comporta como uma onda eletromagnética. Cada fóton contém uma quantidade de energia que é chamada de quantum (plural: *quanta*). O conteúdo de energia da luz não é contínuo, mas emitido em pequenos “pacotes”, os quanta. A onda de luz radiante é uma onda eletromagnética transversa, composta pelos campos magnético e elétrico que oscilam perpendicularmente à direção de propagação da onda (Taiz & Zeiger, 2009; Varejão-Silva, 2006).

Uma onda é caracterizada por um comprimento de onda, que é a distância entre dois pontos sucessivos. A frequência é um número de picos que passa por um observador em um dado tempo. O comprimento de onda e a frequência são inversamente relacionados, portanto, a luz em comprimentos de onda curtos (alta frequência) possui alto conteúdo de energia; a luz de comprimentos de onda longos (baixa frequência) possui baixo conteúdo de energia (Figura 1) (Taiz & Zeiger, 2009).

O Sol emite radiação em praticamente todos os comprimentos de onda. A energia solar que, num determinado instante e local, atinge a superfície terrestre é chamada de radiação global. Esta é composta pela radiação direta (provém diretamente

do disco solar) e a radiação difusa (resultante da ação do espalhamento da atmosfera) (Varejão-Silva, 2006).

Dentro da radiação solar global, existe um trecho do espectro que corresponde ao visível, isto é, a luz visível pelo homem, que vai dos 400 aos 700 nm (Figura 1). Esta faixa também corresponde à faixa de ondas absorvida pelos pigmentos fotossintéticos, denominada radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (Mota, 1976; Taiz & Zeiger, 2009).

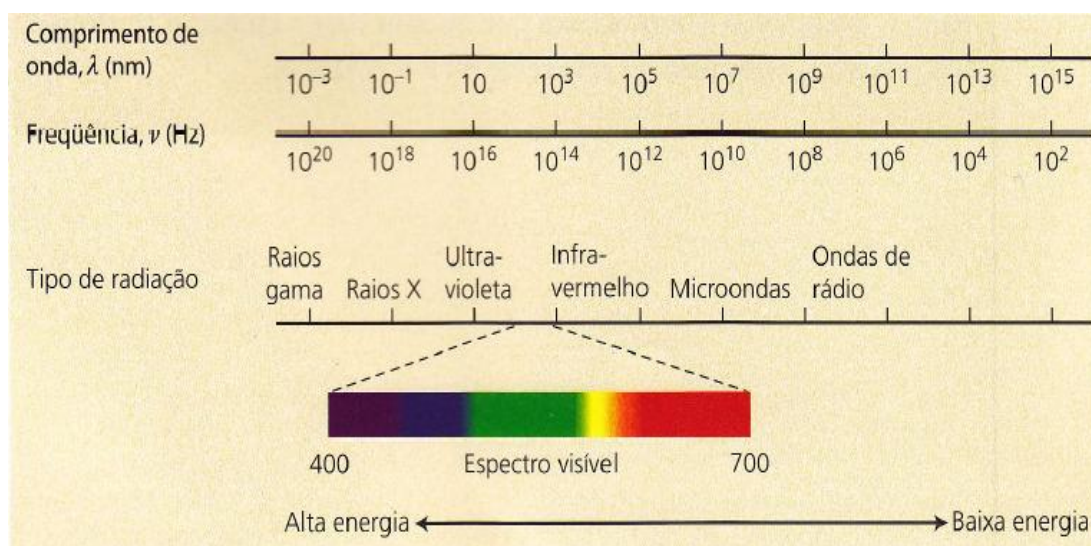


FIGURA 1. Espectro eletromagnético (Fonte: Taiz & Zeiger, 2009).

2.1.1 Grandezas radioativas e unidades de medida

A quantidade de energia radiante recebida, transmitida ou emitida por unidade de tempo é denominada fluxo de radiação (expresso em Watt). O fluxo incidente por unidade de área é denominado irradiância e o fluxo emitido por unidade de área é denominado emitância. Ambos são expressos em $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ou $\text{cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ (Varejão-Silva, 2006).

A radiação também pode ser medida em número de quanta incidentes, expressa na unidade $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Essa medida é denominada de irradiância de fótons (Taiz & Zeiger, 2009).

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA, 400 a 700 nm) pode ser também expressa em termos de energia ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) ou quanta ($\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), sendo uma medida do tipo irradiância (Taiz & Zeiger, 2009).

Além dessas grandezas existem também: absorvidade (fração da radiação incidente que é absorvida por um determinado material), refletividade (fração da radiação incidente que é refletida por um determinado material) e transmissividade (fração da radiação incidente que é transmitida por um determinado material) (Mota, 1976). Estas grandezas e as anteriores serão utilizadas para explicar o comportamento da radiação incidente sobre as telas utilizadas nos sombreamento deste trabalho.

2.2 Fotossíntese

Cerca de $1,3 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ de energia radiante do Sol alcança a Terra, mas apenas aproximadamente cinco por cento dessa energia podem ser convertidos em carboidratos pela folha fotossintetizante. Uma grande parte da energia da luz absorvida é perdida como calor e uma quantidade menor é perdida como fluorescência (Taiz & Zeiger, 2009).

O termo fotossíntese significa, literalmente, “síntese utilizando a luz”. Durante a fotossíntese, a planta utiliza a energia solar para oxidar a água, conseqüentemente liberando oxigênio, e para reduzir o dióxido de carbono, formando assim grandes compostos carbonados, sobretudo açúcares (Taiz & Zeiger, 2009).

Dentre os tecidos das folhas, o mais ativo fotossinteticamente é o mesofilo. As células do mesofilo possuem muitos cloroplastos, os quais contêm os pigmentos verdes especializados na absorção da luz, as clorofilas, que estão contidas no sistema de membranas internas dos cloroplastos conhecido como tilacóides (cuja porção interna é conhecida como lume), local onde ocorrem as reações luminosas da fotossíntese. Essas membranas internas empilhadas são conhecidas como lamelas granais (cada pilha individual é chamada de granum) e as membranas expostas onde não há empilhamento são conhecidas como lamelas estromais (onde ocorre a síntese de carboidratos) (Taiz & Zeiger, 2009; Lodish *et al.*, 2005).

Nos cloroplastos, a energia luminosa é convertida em energia química por duas diferentes unidades funcionais denominadas fotossistemas. O fotossistema I (PSI) absorve preferencialmente luz na faixa do vermelho-distante com comprimentos de onda acima de 680 nm; o fotossistema II (PSII) absorve preferencialmente luz na faixa do vermelho com comprimento de onda de 680 nm e é pouco estimulado pelo vermelho-distante. O centro de reação PSII, junto com suas clorofilas antena e as proteínas da cadeia de transporte de elétrons associadas, está localizado nas lamelas granais. O centro de reação PSI, juntamente com seus pigmentos antena e proteínas da cadeia de transporte de elétrons, bem como a enzima ATP sintase, são encontrados quase exclusivamente nas lamelas estromais e nas margens das lamelas granais. Na distribuição destes fotossistemas nos cloroplastos, evidenciou-se que há um predomínio de fotossistema II, havendo uma razão de PSII para PSI ao redor de 1,5 e 1, dependendo das condições ambientais de luz (Taiz & Zeiger, 2009).

Os produtos finais das reações da fotossíntese nos tilacóides são os compostos de alta energia ATP e NADPH. Essas moléculas são transferidas das membranas dos

tilacóides para o estroma do cloroplasto, onde abastecem a fixação de carbono, que ocorre nas reações bioquímicas do ciclo de Calvin, no estroma (Gurevitch *et al.*, 2009).

2.2.1 Pigmentos fotossintetizantes

As clorofilas são os pigmentos mais abundantes presentes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais (Streit *et al.*, 2005).

As clorofilas *a* e *b* são abundantes nas plantas verdes, localizando-se nos cloroplastos. São pigmentos que apresentam uma estrutura em anel, que é quimicamente relacionada com os grupos do tipo porfirina. Além disso, possuem uma longa cauda de hidrocarbonetos ligada à estrutura do anel (Taiz & Zeiger, 2009).

Nas folhas da maioria das plantas verdes, a clorofila *a* geralmente constitui cerca de três quartos (3/4) do conteúdo total de clorofila e a clorofila *b* corresponde ao restante (Raven *et al.*, 2011).

As clorofilas absorvem luz nas porções azul e vermelha do espectro visível. A absorção de luz azul excita a clorofila a um estado energético mais elevado do que a absorção de luz vermelha, pois a energia dos fótons é maior quando seu comprimento de onda é mais curto (Taiz & Zeiger, 2009).

A energia da luz absorvida pelas clorofilas pode ser usada nas reações fotoquímicas (transporte de elétrons), reemitida pela clorofila como fluorescência ou, dissipada como energia térmica (Eberhard *et al.*, 2008). Quando a energia armazenada nas clorofilas no seu estado excitado é rapidamente dissipada pela transferência de excitação ou fotoquímica, o estado de excitação é dito *quenched* (Taiz & Zeiger, 2009).

Se o estado excitado da clorofila não é rapidamente *quenched* pela transferência de excitação ou de fotoquímica, ela pode reagir com o oxigênio molecular para formar

um estado excitado do oxigênio conhecido como oxigênio singleto, o qual danifica muitos componentes celulares, especialmente lipídeos. Os carotenóides exercem sua ação fotoprotetora por meio do rápido *quenching* dos estados excitados da clorofila. O estado excitado dos carotenóides não possui energia suficiente para formar oxigênio singleto de modo que ele decai de volta ao estado base enquanto perde sua energia sob a forma de calor (Taiz & Zeiger, 2009).

Os diferentes tipos de carotenóides encontrados nos organismos fotossintéticos são moléculas lineares com múltiplas cadeias duplas conjugadas. As bandas de absorção dos 400 a 500 nm dão aos carotenóides sua coloração alaranjada característica. A luz absorvida pelos carotenóides é transferida para a clorofila para o processo de fotossíntese (Taiz & Zeiger, 2009).

A clorofila *a* é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica, enquanto os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência de energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios (clorofila *b* e carotenóides) (Streit *et al.*, 2005).

A maior parte dos pigmentos serve como um complexo antena, coletando luz e transferindo a energia para os complexos dos centros de reação, onde acontecem as reações químicas de oxidação e redução, que levam ao armazenamento de energia a longo prazo. A luz absorvida por carotenóides ou clorofila *b* é rapidamente transferida para a clorofila *a* e, após, a outros pigmentos antena intimamente associados ao centro de reação. Os centros de reação e a maior parte dos complexos antena são componentes integrais das membranas fotossintéticas cloroplastídicas. A clorofila do centro de reação do PSI absorve maximamente em 700 nm no seu estado reduzido, por isso, esta

clorofila é chamada P700 (o P significa pigmento). A clorofila análoga do PSII absorve maximamente em 680 nm e é conhecida como P680 (Taiz & Zeiger, 2009).

Acredita-se que a energia de excitação absorvida pela clorofila é transferida ao centro de reação por transferência de energia por ressonância de fluorescência, ou seja, a energia de excitação é transferida de uma molécula para outra através de um processo não-radiativo (Taiz & Zeiger, 2009; Lodish *et al.*, 2005).

2.2.2 Reações de carboxilação e formação de açúcares

O Ciclo de Calvin é uma rota metabólica no qual o CO₂ e água são combinados enzimaticamente com a molécula aceptora ribulose-1,5-bisfosfato para gerar duas moléculas de 3-fosfoglicerato (estádio de carboxilação), o qual é reduzido ao carboidrato gliceraldeído-3-fosfato (estádio de redução) por reações enzimáticas impulsionadas pelo ATP e NADPH gerados fotoquimicamente. O ciclo é completo pela regeneração da ribulose-1,5-bisfosfato (estádio de regeneração). No estágio de carboxilação, a reação é catalisada pela enzima ribulose bisfosfato carboxilase localizada no cloroplasto, conhecida como rubisco (Taiz & Zeiger, 2009).

A rubisco é ativada espontaneamente na presença de concentrações altas de CO₂ e Mg²⁺. Porém, sob condições normais, com níveis-padrão de CO₂, a reação requer a catálise pela rubisco ativase, uma enzima que simultaneamente hidrolisa o ATP e usa a energia para ligar o CO₂ à lisina (Lodish *et al.*, 2005).

O CO₂ atmosférico assimilado pelas folhas resulta em sacarose e amido, os quais são produtos finais de duas rotas gliconeogênicas fisicamente separadas: sacarose no citosol e amido nos cloroplastos. A concentração de sacarose no citosol é dependente das taxas de: fotossíntese, porque as trioses fosfato são exportadas do cloroplasto para o

citosol e; exportação de carbono das folhas via sistema vascular, porque a sacarose atende a demanda de energia dos outros tecidos. O amido é um polissacarídeo composto de duas entidades: a amilose, essencialmente linear, e a amilopectina, altamente ramificada. Ligações α -D-1,4 ligam porções de glicose em ambos polímeros, mas somente a amilopectina contém uma proporção apreciável de ligações glicosídicas α -D-1,6 (Taiz & Zeiger, 2009).

Sob iluminação, o dissacarídeo sacarose é continuamente exportado do citosol foliar para as partes não fotossintetizantes da planta, enquanto o polissacarídeo amido simultaneamente acumula-se como grãos nos plastídeos e amiloplastos. Na ausência de luz, não somente cessa a assimilação de carbono, mas também inicia a degradação do amido dos cloroplastos para manter a exportação de sacarose (Lodish *et al.*, 2005).

Os açúcares produzidos pela fotossíntese movem-se primeiro do sítio de síntese (o mesófilo) para os tecidos vasculares (o floema), o qual transporta não somente sacarose, mas também, os oligossacarídeos sacarose-galactosil – rafinose, estaquiose, verbascose, sorbitol ou manitol. Em órgãos dependentes destes açúcares, estes são utilizados como fonte de energia para crescimento (ramos, folhas jovens) e esqueletos de carbono para a construção de polissacarídeos de reserva (polissacarídeos e frutanos). O crescimento das plantas é regulado pela luz e açúcares, o que garante a ótima utilização de recursos de carbono e energia nos tecidos exportadores e importadores de carboidratos, levando à adaptação do metabolismo de carbono as alterações das condições ambientais e à disponibilidade de outros nutrientes (Taiz & Zeiger, 2009).

2.3 Fotorreceptores de luz

2.3.1 Fitocromo

O fitocromo é um pigmento protéico solúvel azul que absorve luz mais fortemente na região do vermelho (650-680 nm) e vermelho-distante (710-740 nm), mas também absorve luz azul. Ele ocorre como um dímero composto por duas subunidades. Cada subunidade consiste de dois componentes. Uma molécula de pigmento que absorve luz chamada cromóforo e uma cadeia polipeptídica denominada apoproteína. Juntos, a apoproteína e seu cromóforo formam a holoproteína. O cromóforo do fitocromo é a fitocromobilina (Taiz & Zeiger, 2009).

A luz só pode ser absorvida quando o polipeptídeo está covalentemente ligado com a fitocromobilina para formar a holoproteína. A montagem da apoproteína do fitocromo com seu cromóforo é autocatalítica (Taiz & Zeiger, 2009).

O fitocromo é também, um dos principais fotorreceptores responsáveis pelas respostas de fotomorfogênese nas plantas durante os diferentes estádios de desenvolvimento (Taiz & Zeiger, 2009).

O fitocromo é sintetizado no escuro na sua forma fisiologicamente inativa Pr, a qual absorve luz vermelha. Após a absorção de luz vermelha, a forma Pr inativa é fotoconvertida em Pfr, a qual é a forma fisiologicamente ativa. A forma Pfr é transformada novamente em Pr, após a absorção de luz vermelho-distante. Esta propriedade do fitocromo é conhecida como fotorreversibilidade (Gyula *et al.*, 2003)

Por exemplo, quando se tem mudas crescidas no escuro (estioladas), o fitocromo encontra-se na forma inativa citosólica (Pr). Após a exposição à luz o fitocromo é convertido a Pfr, migrando para o núcleo celular, onde ele controla uma complexa

casca transcricional. Posteriormente se dá o correto desenvolvimento da planta com a expansão dos cotilédones, o esverdeamento destes, o crescimento de raízes, diminuição do alongamento do hipocótilo, revertendo o estiolamento (Bou-Torrent *et al.*, 2008).

Ambas as formas do fitocromo absorvem luz na região do azul do espectro. Por isso os efeitos podem ser evocados também pela luz azul, que pode converter Pr em Pfr e vice-versa (Taiz & Zeiger, 2009).

As respostas induzidas pelo fitocromo podem ser agrupadas em dois tipos: eventos bioquímicos rápidos e mudanças morfológicas mais lentas, incluindo movimentos e crescimento (Taiz & Zeiger, 2009).

As respostas morfológicas à fotoativação do fitocromo podem ser observadas visualmente após um período de atraso – o tempo entre o estímulo e uma resposta observada. Respostas rápidas são em geral, os movimentos reversíveis das organelas ou as alterações reversíveis de volume nas células. Períodos de atraso mais longos, foram observados para a indução de florescimento (Taiz & Zeiger, 2009).

Outro tipo de resposta do fitocromo é denominado escape da fotorreversibilidade. Os eventos induzidos pela luz vermelha são reversíveis pela luz vermelho-distante apenas por um período limitado de tempo, após o qual a resposta é dita “escapada” do controle da reversão pela luz. O tempo de escape representa a quantidade de tempo que leva antes que a sequencia total de reações torne-se irreversível (Taiz & Zeiger, 2009).

Considerando-se uma planta inteira, a sinalização luminosa envolve pelo menos duas etapas: (1) sinalização intracelular, a qual é uma etapa que ocorre em células independentes, sendo desencadeada por moléculas de fitocromo dentro da célula quando da percepção do sinal de luz e, (2) sinalização intercelular, quando as alterações

mensuráveis no crescimento e desenvolvimento ocorrem num local diferente daquele onde as células ou tecidos receberam o estímulo de luz (Bou-Torrent *et al.*, 2008).

Os fitocromos são encontrados em todos os tecidos (mesmo nas raízes) e a maioria das células vegetais contém fitocromos, portanto, todas são sensíveis à luz vermelha e vermelho-distante. Como consequência, a resposta estimulada pelo fitocromo, pode ser específica de um determinado tecido (Bou-Torrent *et al.*, 2008).

Estes foram divididos em duas classes: a forma fotossensível (Tipo I) e a forma fotoestável (Tipo II). A forma Pfr do fitocromo é a instável. Os fitocromos são codificados por uma família de genes e em *Arabidopsis thaliana*, esta família é composta por cinco membros estruturalmente relacionados: *PHYA*, *PHYB*, *PHYC*, *PHYD* e *PHYE*. O fitocromo fotossensível (Tipo I) é codificado pelo *PHYA* e o fotoestável (Tipo II) é codificado pelo *PHYB* (Sharrok & Quail, 1989).

Os seguintes símbolos e abreviações são normalmente utilizados: *phyA*, *phyB*, para os diferentes tipos de fitocromo (apoproteína + cromóforo); *PHYA*, *PHYB*, para as apoproteínas; *PHYA*, *PHYB*, para os genes que as codificam, e *phyA*, *phyB*, para os alelos não-funcionais mutantes desses genes. O número e o tipo de genes de codificação de fitocromo são diferentes nas espécies de plantas (Aphalo, 2006).

Análises genéticas de *A. thaliana* têm indicado que o *phyB* (gene que codifica o fitocromo B) desempenha um papel predominante na mediação de muitas respostas de evitação da sombra. O *phyA* (gene que codifica o fitocromo A) tem um papel de antagonista das respostas mediadas por *phyB* (Taiz & Zeiger, 2009). A redução na relação vermelho:vermelho-distante como efeito da radiação propagada horizontalmente oriunda do vermelho distante refletido pelas plantas vizinhas é suficiente para iniciar a resposta de evitação à sombra. O papel de *phyB* é o de perceber a redução do vermelho

em relação ao vermelho-distante enquanto *phyA* e *cry1* é o de modular a sensibilidade a este sinal (Casal, 2000).

Os sintomas de estiolamento são: caules delgados, folhas pequenas e ausência de clorofila. Um dos fotorreceptores que medeiam o desestiolamento é o *phyB*, porém, sua atividade é regulada pelo *phyA*. Em mudas de *A. thaliana* expostas à luz vermelha contínua, a inibição do crescimento do hipocótilo, desdobramento de cotilédones e síntese de clorofilas são mediados por *phyB* e posteriormente por *phyA*. Utilizando-se luz vermelho-distante, esta provoca um efeito de promoção do alongamento da haste, mediado por *phyB* e reforçado por *phyA* (Casal, 2000).

2.3.2 Fotorreceptores de luz azul

A maioria dos criptocromos das plantas são proteínas de 70-80 kD (Lin, 2002). Os espectros de ação para o fototropismo estimulado pela luz, movimentos estomáticos, inibição do alongamento do hipocótilo e outras respostas à luz azul partilham uma estrutura fina característica tipo “três dedos”, na região dos 400 a 500 nm, que não é observada em espectros para respostas à luz mediadas pela fotossíntese, pelo fitocromo ou por outros fotorreceptores. O espectro de ação para a inibição do alongamento do caule localiza-se na região do azul de 450 a 500 nm. A luz azul estimula também, a resposta de despolarização da membrana das células do hipocótilo, que precede a inibição da taxa de crescimento. A despolarização da membrana é causada pela ativação de canais aniônicos, o que facilita o efluxo de ânions tais como cloreto, por exemplo (Taiz & Zeiger, 2009).

Em *A. thaliana*, foram determinados dois genes de criptocromos *CRY1* e *CRY2*, sendo que *CRY1* é mais estável em plantas cultivadas a luz e *CRY2* é mais rapidamente

degradado na luz azul (Gyula *et al.*, 2003). A proteína HY4, mais tarde redenominada criptocromo 1 (*cry1*), foi proposta como um fotorreceptor de luz azul responsável pela mediação da inibição do alongamento do caule. A superexpressão da proteína CRY1 e CRY2 em plantas transgênicas de tabaco ou *A. thaliana* resulta em uma inibição mais forte do alongamento do hipocótilo estimulada pela luz azul que a verificada no tipo selvagem (Taiz & Zeiger, 2009; Lin, 2002). Sob luz vermelha e azul há sinergismo entre *phyB* e *cry1*, na inibição do alongamento do hipocótilo, porém este não ocorre entre *phyA* e *cry1* (Casal, 2000).

Ao contrário dos fitocromos em *A. thaliana* que são importados para o núcleo após exposição à luz, os criptocromos parecem acumular-se no núcleo, quer constitutivamente (*cry2*) ou principalmente no escuro (*cry1*). Parte do funcionamento do criptocromo mediado pela luz azul parece ocorrer no citoplasma, porque um dos primeiros defeitos detectados em plântulas mutantes *cry1* é a danificação da ativação dos canais aniônicos na membrana plasmática. A ativação dos canais aniônicos é um passo inicial na cascata de transdução do sinal que medeia o alongamento dos hipocótilos. Variações da homeostase do cálcio, também têm sido associadas ao efeito da sinalização da luz azul. Verificou-se que a luz azul promove o efluxo de cálcio no citosol, e que os compostos que inibem canais de cálcio voltagem-dependentes, são significativamente alterados pelo efeito da luz azul / ultravioleta-A (UV-A) (Taiz & Zeiger, 2009; Lin, 2002).

A luz azul também regula a expressão de genes envolvidos em vários processos morfogênicos importantes, por exemplo, genes que codificam a enzima chalcona sintase (que catalisa o primeiro passo dado na biossíntese de flavonóides), a pequena subunidade da rubisco e as proteínas que ligam as clorofilas *a* e *b*. Outro exemplo é a

expressão do gene GSA, em resposta à luz azul na alga unicelular fotossintetizante *Chlamydomonas reinhardtii*, o qual codifica a glutamato-1-semialdeído aminotransferase (GSA), uma enzima-chave na rota de biossíntese da clorofila, indicando que a biossíntese da clorofila está sendo regulada pela ativação do gene GSA (Taiz & Zeiger, 2009).

Fototropinas são flavoproteínas de 120 kDa que medeiam respostas fototrópicas em resposta a luz azul. Elas estão associadas com a membrana plasmática em *A. thaliana* (Casal, 2000).

As fitotropinas (phot1 e phot2) estão envolvidas em respostas a luz azul, como o fototropismo, abertura de estômatos e movimentos de cloroplastos. Phot1 está localizado na membrana plasmática e medeia a ativação de canais de cálcio permeável através da luz azul. Além disso, estes fotorreceptores estão envolvidos no controle da extensão do hipocótilo (Aphalo, 2006).

2.4 Luz: considerações ecológicas

Os ambientes sombrios podem receber menos de 20 % da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) disponível em um habitat exposto; ambientes profundamente sombrios recebem menos de um por cento da RFA no topo do dossel (Taiz & Zeiger, 2009).

O fenômeno do dossel resulta do fato que as folhas verdes absorvem a luz vermelha devido ao seu alto teor de clorofila, porém são transparentes à luz vermelho-distante (Taiz & Zeiger, 2009).

Para as chamadas plantas de sol, as taxas de extensão dos caules aumentam quando as plantas são expostas a um conteúdo maior de vermelho-distante, ou seja, o

sombreamento simulado de um dossel induz as plantas a alocarem uma maior parte dos seus recursos para crescimento em altura (Taiz & Zeiger, 2009).

Para uma “planta de sol”, existe um claro valor adaptativo na alocação de seus recursos em direção a um crescimento mais rápido, pois, dessa maneira, ela pode aumentar suas chances de crescer acima do dossel e adquirir maior porção de radiação fotossinteticamente ativa não-filtrada. Esta adaptação ocorre em detrimento da área foliar e das ramificações (Bou-Torrent *et al.*, 2008; Taiz & Zeiger, 2009).

Algumas plantas têm suficiente plasticidade de desenvolvimento para responder a uma gama de regimes de luz, crescendo como plantas de sol em áreas ensolaradas e como plantas de sombra em ambientes sombrios. Esse processo é denominado aclimatação, em que a folha recém-produzida, por exemplo, apresenta um conjunto de características anatômicas e morfológicas mais apropriadas a um ambiente em especial (Taiz & Zeiger, 2009).

Outras espécies vegetais não são capazes de aclimatarem-se quando transferidas de ambientes ensolarados para ambientes sombrios, mas, em vez disso, elas são adaptadas a um ambiente ensolarado ou a um ambiente sombrio (Taiz & Zeiger, 2009). Adaptações assumem formas de modificações morfológicas externas, alterações em tecidos e células, ou especializações fisiológicas. Qualquer planta que é capaz de sobreviver e reproduzir-se no seu ambiente é adaptada em algum grau a este. As adaptações podem ser especializadas em um subconjunto particular de recursos dentro da heterogeneidade ambiental ou, generalizadas, representando adaptações a uma ampla variedade de características ambientais (Dickison, 2000).

Os ambientes de sub-bosque, entretanto, não são uniformemente escuros. O ambiente luminoso modifica-se de sombrio para iluminado por um *flash* de uma

mancha de sol. Embora capazes de sobreviver em ambientes com pouca luz as plantas de sub-bosque dependem, para crescer e se reproduzir, da energia captada de manchas de sol ocasionais. Essas plantas exibem uma lenta perda de indução fotossintética, de modo que, uma vez “preparada” por uma mancha de sol, elas permanecem capazes de responder mais completamente a outras (Gurevitch *et al.*, 2009).

Muitas espécies de plantas produzem tipos diferentes de folhas ao sol e à sombra. As “folhas de sol” tipicamente têm áreas menores e são mais espessas do que as folhas de sombra. Além disso, as folhas de sombra frequentemente exibem taxas de respiração celular mais baixas, talvez porque haja uma maquinaria fotossintética menor (Gurevitch *et al.*, 2009). Folhas de sol e de sombra têm algumas características bioquímicas contrastantes. Por exemplo, as folhas de sombra têm mais clorofila por centro de reação, a razão entre clorofila *b* e clorofila *a* é mais alta e geralmente elas são mais finas do que as folhas de sol (Taiz & Zeiger, 2009).

2.5 Anatomia foliar

Comumente afetada por fatores ambientais a folha é o órgão considerado mais anatômica e morfológicamente variável da planta (Dickison, 2000). A folha apresenta uma camada celular mais externa, a epiderme, a qual é tipicamente transparente à luz visível e suas células são convexas frequentemente. Estas células epidérmicas atuam como lentes, concentrando a luz, o que se observa frequentemente em plantas tropicais de sub-bosque florestal, onde os níveis de luz são muito baixos (Taiz & Zeiger, 2009). A epiderme pode variar quanto ao número de camadas celulares (de uni a multisseriada), forma das células, a sua estrutura, o arranjo dos estômatos, a morfologia

e o arranjo dos tricomas, a ocorrência de células especializadas, entre outras (Glória & Guerreiro, 2003).

Sob a epiderme, encontram-se camadas de células fotossintéticas que constituem o parênquima paliçádico; elas são semelhantes a pilares dispostos em colunas paralelas de uma a três camadas de profundidade. Algumas folhas têm várias camadas de células paliçádicas (Taiz & Zeiger, 2009).

Abaixo do parênquima paliçádico tem-se o parênquima esponjoso, onde as células possuem formas bastante irregulares e são delimitadas por amplos espaços de ar. Esses espaços geram muitas interfaces entre ar e água, que refletem e refratam a luz, o que torna aleatória a sua direção de movimento (difusão da luz) (Taiz & Zeiger, 2009).

A difusão da luz é especialmente importante em folhas, pois as reflexões múltiplas entre as interfaces célula-ar aumentam muito o comprimento do caminho de deslocamento do fóton, aumentando assim, a probabilidade de absorção (Taiz & Zeiger, 2009).

Algumas diferenças anatômicas entre uma folha crescendo ao sol e uma folha crescendo à sombra: e as folhas “de sol” apresentam-se mais espessas, menores e as células de seu parênquima paliçádico são mais longas (podendo apresentar também um maior número de camada) que as de folhas “de sombra”. Nas folhas “de sol” a cutícula e a epiderme bem desenvolvidas podem refletir os raios de luz e proteger os tecidos inferiores da radiação excessiva (Taiz & Zeiger, 2009; Dickison, 2000).

2.6 Plásticultura na produção agrícola

Atualmente, existem três grandes cadeias agrícolas produtivas que utilizam plástico, seja na forma de construções de proteção como casa de vegetação, telados e

túneis (Comitê Brasileiro de Desenvolvimento e Aplicação de Plásticos na Agricultura, estimou que a produção em ambiente protegido, no Brasil, ocupa cerca de 26 mil hectares), seja na forma de complementos ao cultivo, como o uso de quebra-ventos e vasos. Essas cadeias são a floricultura, a silvicultura, a fruticultura e a olericultura (hortaliças de modo geral) (Casa da Agricultura, 2011).

Na fruticultura, as principais formas de utilização do plástico são: como telados de proteção contra intempéries (chuvas fortes e granizo) e de quebra-ventos, e na produção de mudas (viveiros, telados e estufas plásticas) (Casa da Agricultura, 2011).

Tem-se como definição de telas plásticas, o produto feito de fios de plástico ligados entre si, de maneira a formar uma malha, com estrutura porosa e com geometria regular, permitindo que fluidos (gases e líquidos) possam passar através deste. O material mais utilizado para a confecção destas telas é o polietileno de alta densidade (HDPE). O polipropileno (PP) também é utilizado como matéria-prima para confecção das telas (Castellano *et al.*, 2008).

Telas de sombreamento: podem ser brancas, escuras (pretas ou cinzas), coloridas (azuis ou vermelhas), termorrefletoras (aluminizadas). A finalidade no uso dessas telas está relacionada a fatores como: redução da radiação fotossintética (excesso de radiação solar que, no verão, é prejudicial a muitas culturas de porte baixo); alteração da temperatura do ar e do solo; redução da evapotranspiração (conseqüente redução do volume de água na irrigação); melhora do rendimento da cultura (Casa da Agricultura, 2011).

Em experimento realizado em Vacaria, RS, em pomar comercial, com duas cultivares de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji Suprema’ (‘Fuji’ utilizada como polinizadora), sobre porta-enxerto M9, macieiras foram submetidas à cobertura com tela

antigranizo de cor preta (sombreamento de 32 %) e ausência de cobertura antigranizo (céu aberto). Sob tela antigranizo de cor preta ocorreu o aumento da estatura das plantas, no entanto, o número de folhas e o índice de área foliar não foram alterados pela cobertura (Bosco, 2011).

Também em Vacaria, RS, Amarante *et al.* (2012), utilizando telas antigranizo branca e preta (intensidade de sombreamento de 21,2 % e 24,8 %, respectivamente), sobre pomar comercial de macieiras (*Malus domestica* Borkh) ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’, verificaram maiores valores de área foliar e área foliar específica em comparação ao tratamento controle (sem tela). O teor de clorofila total foi maior em macieiras ‘Royal Gala’ sob tela preta, o que não foi verificado em macieiras ‘Fuji’, demonstrando que o aumento do teor de clorofila em resposta ao sombreamento depende da cultivar.

Ruggiero *et al.* (2012), trabalharam em Jaboticabal, SP, com mudas das cultivares de mamoeiro (*Carica papaya* L.) Sunrise-Solo e Baixinho-de-Santa-Amália nas seguintes condições: telado todo envolto por sombrite (30 %), de cor preta; estufa: ambiente coberto com um filme de polietileno e sombrite (30 % na lateral até uma altura de 2 m); e ambiente aberto (testemunha). Neste experimento, após o primeiro ano, foram obtidas plantas com maiores alturas sob telado, destacando-se a cultivar Baixinho-de-Santa-Amália e com maiores diâmetros do caule em ambiente aberto (testemunha), com destaque para cultivar Sunrise-Solo.

Miralles *et al.* (2011) trabalhando com mudas *Rhamnus alaternus*, sob cinco intensidades de sombreamento (0 %, 25 %, 50 %, 65 % e 80 %), utilizando tela preta para tal, observaram que com o incremento do sombreamento houve um aumento da altura das plantas e redução do diâmetro do colo (as plantas de maiores diâmetros, foram as expostas à 0 %, 25 % e 50 % de sombreamento). As plantas expostas ao

tratamento de 80 % de sombreamento apresentaram menor massa seca (especialmente as raízes), aumentando a relação massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular para 7,4 (esta relação para o controle foi de 3,7). Os tratamentos 65 % e 80 % de sombreamento levaram as plantas a formar folhas maiores em relação ao controle (quase o dobro) porém, as plantas do controle apresentaram um maior número de folhas em detrimento ao tratamento 80 % de sombreamento. Os tratamentos 65 % e 80 % levaram a uma redução do teor de açúcares solúveis totais nas folhas. Em termos anatômicos, a espessura da folha diminuiu com o aumento do sombreamento, sendo o parênquima esponjoso o mais espesso dos tecidos (representando cerca da metade da espessura da folha) porém, sob o tratamento de 80 % de sombreamento este apresentou uma redução de espessura de 60 % em relação ao controle. O teor de clorofila das folha foi menor no controle e no tratamento 80 % de sombreamento.

Santos *et al.* (2010), utilizaram mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) sob telas pretas de poliolefinas de intensidade de sombreamento de 0 % (pleno sol), 18 %, 30 %; 50 % e 70 %. As mudas que se encontravam sob os tratamentos de 30 e 50 % obtiveram o maior crescimento em altura. O tratamento a pleno sol (controle), apresentou maior diâmetro e número de folhas em relação à utilização de tela de sombreamento. A partir do sombreamento de 50 % o comprimento das raízes e a massa fresca do coleto diminuíram. O sombreamento de 30 % apresentou os maiores valores para massa fresca de raiz, caule e folhas. Além disso, o tratamento de 30 %, também propiciou os maiores acúmulos de matéria seca foliar, também favoreceu o maior desenvolvimento de raiz.

Mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*) submetidas aos tratamentos de 100 % (pleno sol); 70 %; 64 %; 44 % e 34 % de radiação solar incidente, propiciadas pela

utilização de sombrite sobre as mudas, apresentaram maiores valores de altura quando submetidas ao nível de 63,07 % de luminosidade. Os maiores diâmetros de coleto foram verificados quando as mudas foram cultivadas em condições de maior disponibilidade de RFA (radiação fotossinteticamente ativa). O maior acúmulo de matéria seca se verificou em sombreamento médio de 54,40 %. As mudas apresentaram maiores valores de matéria seca aérea, sob 69,60 % de luminosidade. Em condições de 100 % de RFA verificaram-se os maiores acúmulos de matéria seca do sistema radicial. A área foliar foi maior em mudas conduzidas sob baixa luminosidade (34 % de RFA). Houve correlação entre matéria seca total e de raízes: área foliar específica e área foliar. Níveis de sombreamento mais elevados propiciaram maiores teores de clorofila *a* e *b* e total em mudas de jequitibá-rosa (Rego & Possamai, 2006).

Telas coloridas: agem sobre a planta, alterando o espectro de luz, transformando esta luz em produção agrícola, pois alteram a intensidade luminosa, a qualidade da luz e a quantidade de energia que chega às plantas, de acordo com a cor utilizada e a cultura instalada, além de alterar a radiação, quebrando a radiação direta sobre a planta e convertendo-a em radiação difusa, que estimula a fotossíntese e favorece o crescimento (Casa da Agricultura, 2011).

As telas podem ser usadas para alterar a relação vermelho/vermelho-distante, as quantidades de radiação disponível para ativar os fotorreceptores de luz azul, envolvidos nas respostas de fototropismo, mediadas pelas fototropinas e, a radiação de outros comprimentos de ondas que podem influenciar o crescimento e desenvolvimento das plantas (Stamps, 2009). Por exemplo, as telas vermelhas deixam passar pouca luz e reduzem a incidência dos comprimentos de ondas azul, verde e amarelo (Casa da Agricultura, 2011).

Henrique *et al.* (2011), utilizando cinco cores de telas (azul, branca, cinza, preta e vermelha) com sombreamento de 50 %, sobre mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) ‘Catucaí Amarelo 2SL’, verificaram que a tela vermelha foi a mais eficiente na promoção do crescimento e desenvolvimento das mudas propiciando maiores alturas, área foliar e massa de matéria seca foliar e total. Além disso, a tela vermelha proporcionou maiores teores de açúcares solúveis totais e amido nas folhas das mudas.

Em plantas de *Pittosporum variegatum* (com nove meses de idade, provenientes de estacas enraizadas) cultivadas sob telas de cor verde, vermelha, azul, cinza, preta e reflectiva, todas com o mesmo sombreamento de 50 %, verificou-se que a tela vermelha estimulou uma maior ramificação e o alongamento dos ramos em comparação à tela preta. Além disso, nas plantas sob a tela vermelha, houve uma maior ocorrência de folhas com mais de 15 cm² de área foliar, em comparação com a tela preta. O teor de clorofila foliar não teve efeito significativo das telas (Oren-Shamir *et al.*, 2001).

Lobos *et al.* (2012) trabalhando em campos comerciais (oito anos de idade no Chile e 16 anos de idade nos E.U.A.) de mirtilo (*Vaccinium corymbosum* L. 'Elliott') sob telas de cor preta, vermelha e branca (três intensidade de sombreamento para cada cor, 25 %, 50 % e 75 %), verificaram que com o aumento da intensidade de sombreamento, houve um aumento do teor de clorofila total na folha e da área foliar.

Trabalhando com plantas de pessegueiro de dois anos (*Prunus persica* L. Batsch), cultivar Messapia, sobre porta-enxerto Missouri e sob telas coloridas azul, vermelha, pérola, cinza, amarela (sombreamento de 40 %), uma tela neutra (sombreamento de 12 %) e plantas expostas à radiação normal em campo aberto (controle), Mugnoza *et al.*(2011), observaram que as plantas sob telas vermelhas apresentaram um crescimento de ramos 43 % maior do que as plantas do tratamento

controle. As telas vermelhas caracterizaram-se por apresentar menor relação vermelho-vermelho distante e azul-vermelho-distante em relação aos parâmetros de radiação naturais (campo aberto), aumentando a atividade vegetativa, após a percepção destes estímulos pelos fotorreceptores.

2.7 Caracterização da família Myrtaceae

A família apresenta cerca 142 gêneros e mais de 5.500 espécies de árvores e arbustos (Wilson, 2011). Estas espécies encontram-se distribuídas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, com centros de diversidade na Austrália, Sudeste da Ásia e América do Sul tropical e temperada, com poucas espécies ocorrendo na África (Wilson *et al.*, 2001).

Até o trabalho de Wilson *et al.* (2005) a família era dividida em duas subfamílias: Leptospermoideae e Myrtoideae. Porém, Wilson *et al.* (2005) sugeriram uma nova classificação baseada em dados filogenéticos. Nessa classificação a família continua a ser dividida em duas subfamílias, sendo elas: Psiloxiloideae e Myrtoideae. Psiloxiloideae se distingue por ser dióica, apresentar filotaxia alterna, com cavidades secretoras, mas não contendo óleos essenciais em *Psiloxilon* Thou. ex Tul.; estames não inflexos no botão, anteras com antese tetralocular, óvulos bispóricos, saco embrionário do tipo *Allium* e um número cromossômico básico igual a 12. Myrtoideae se distingue por ser hermafrodita, filotaxia alterna ou oposta, com cavidades secretoras contendo óleos essenciais, estames inflexos no botão, anteras biloculares em antese, óvulos monospóricos, saco embrionário do tipo *Polygonum* e um número cromossômico básico igual a 11.

No Brasil, a família está representada por aproximadamente 1200 espécies pertencentes a 25 gêneros. Os gêneros mais representativos em espécies são *Eugenia* (1000), *Myrcia s.l.* (incluindo *Calyptranthes*, *Gomidesia* e *Marlierea*, 760), *Psidium* (92) e *Campomanesia* (37) (Govaerts *et al.*, 2008).

Os representantes brasileiros da família Myrtaceae são lenhosos, de hábito arbustivo a arbóreo, cujo caule pode ou não se esfoliar, apresentando numerosos canais oleíferos nas folhas, flores, frutos e sementes, folhas simples e freqüentemente opostas, com nervura marginal. Suas flores, em geral, têm pétalas brancas ou, às vezes vermelhas, efêmeras, perfeitas, de simetria radial, em geral pentâmeras, muitas vezes com o receptáculo bem desenvolvido, polistêmones, com anteras de deiscência rimosa, raro poricida, e ovário sempre ínfero, com variado número de lóculos e óvulos. Os frutos são do tipo baga (Barroso, 1991).

Inúmeros levantamentos florísticos e fitossociológicos nos mais diversos tipos de ambientes, desde formações savânicas, como o cerrado (Castro *et al.*, 1999) e campos rupestres (Kawasaki, 1989), até formações florestais (Oliveira-Filho & Fontes, 2000), registram Myrtaceae como sendo a mais importante ou uma das mais importantes famílias em riqueza de espécies. Essas formações vegetacionais, dentro de um contexto mundial, estão entre as mais ricas em diversidade de espécies vegetais e endemismos na América do Sul (Myers *et al.*, 2000).

2.8 Caracterização das espécies estudadas

***Eugenia uniflora* L. – (pitangueira)**

Ocorre no Brasil, desde o Estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, onde aparece em todas as regiões fisiográficas, estendendo-se até a metade norte do Uruguai e, na Argentina, até o Chaco (Sanchotene, 1989).

É uma espécie pioneira, semidecídua, heliófila e seletiva higrófila. Ocorre em sub-bosque, borda de mata, capoeiras e matas ciliares. Adapta-se aos climas tropical e subtropical e tolera bem geadas fracas. Tolerante à seca e adapta-se a diferentes tipos de solos preferindo os de boa drenagem (Lopes & Gonçalves, 2006; Donadio *et al.*, 2004).

A árvore pode atingir altura de 6 a 12 m, sendo dotada de copa mais ou menos piramidal. Tronco tortuoso e um pouco sulcado, de 30-50 cm de diâmetro, com casca descamante (Lorenzi, 2002).

As folhas da pitangueira são simples, opostas, glabras, ovadas, subcoriáceas, verde-escuras e brilhantes, com tom arroxeado quando novas (Donadio *et al.*, 2004).

Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil a floração pode ocorrer duas ou mais vezes durante o ano (Sanchotene, 1989). Nestas regiões a floração normalmente ocorre de agosto a dezembro, podendo acontecer também de fevereiro a julho e, a frutificação de agosto a fevereiro, podendo ainda ocorrer entre abril e julho (Raseira *et al.*, 2004).

As flores perfeitas são solitárias, ou fasciculadas, em número de quatro a oito, ocorrem nas axilas das brácteas sobre a base dos ramos jovens ou do ano (Donadio *et al.*, 2004).

O fruto é do tipo baga, globoso, deprimido nos polos, com sete a dez sulcos, no sentido longitudinal, de cor vermelha quando maduro, com variação entre o amarelo e o arroxeado, conforme a maturação. Na média, o fruto tem 66 % de polpa e casca e 34 % de semente. O fruto é consumido ao natural, mas também é processado, sendo a polpa

utilizada para suco, doce, geleia, licor e sorvete, e misturada com outros sucos e bebidas lácteas (Donadio *et al.*, 2004).

Normalmente ocorre uma semente por fruto, podendo ocorrer até seis sementes por fruto. A germinação da semente é hipógea (Donadio *et al.*, 2004).

A propagação da pitangueira pode ser feita por enxertia ou estaquia e por sementes, esta sendo a mais usual (Donadio *et al.*, 2004).

Lattuada *et al.* (2010), testando diferentes combinações entre pitangueira (*Eugenia uniflora*) e cerejeira-do-rio-grande (*Eugenia involucrata*), tanto como porta-enxerto, quanto como enxerto, obteve melhores resultados (com 60 % de pega) na combinação pitangueira-pitangueira (porta enxerto-enxerto).

Franzon (2008) observou que a garfagem no topo em fenda cheia, proporcionou os melhores índices de pegamento de até 76,3 %, sendo o melhor porta-enxerto a própria espécie.

De acordo com Bezerra *et al.* (2000), pode-se utilizar a enxertia do tipo borbulhia de placa em janela aberta na produção de mudas de pitangueira (utilizando-se porta-enxertos de 12 meses de idade), podendo-se obter em condições de viveiro um pegamento dos enxertos de 56,7 %.

Lattuada (2010) trabalhando com estaquia herbácea de pitangueira (*Eugenia uniflora*), observou que a miniestaquia foi eficiente para produzir mudas, especialmente, quando utilizadas estacas oriundas de plantas jovens na ausência de auxinas exógenas. A mesma autora verificou também, a possibilidade de multiplicação *in vitro* de pitangueira (*Eugenia uniflora*), a qual foi constatada possível quando utilizado tratamento com solução bactericida (ácido ascórbico e tetraciclina 60 mg) nos explantes

(fragmentos nodais), estabelecendo-os inicialmente em meio WPM com $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ de BAP para a fase de multiplicação e $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ de ANA na fase de enraizamento.

A única cultivar conhecida e registrada no Brasil é a 'Tropicana', lançada pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA e é recomendada para plantio na Zona da Mata de Pernambuco. O rendimento médio anual de plantas cultivadas sob condições de sequeiro é de 7.038 frutos/planta, o que corresponde a uma produção de 20,8 kg. O fruto da 'Tropicana' quando maduro, apresenta película de coloração vermelho-escuro, peso médio variando de 3,0 a 4,5 g, com duas a três sementes. A polpa é avermelhada, com teor de sólidos solúveis totais de 9 °Brix, acidez de 2,2 % e relação °Brix/acidez de 4,1. Em Israel, são citadas quatro cultivares comerciais: 'Gitit', 'Necha', 'Lolita' e '404'. A primeira apresenta o fruto piriforme, pesando de 5 a 12 g, sabor doce, polpa vermelho-clara (Júnior *et al.*, 2007).

***Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand** – (guabijuzeiro)

É uma espécie nativa do sul do país, de São Paulo ao Rio Grande do Sul, onde é encontrada no Alto Uruguai, Depressão Central, Encosta Inferior do Nordeste, estendendo-se até o norte do Uruguai, Argentina, Bolívia e Paraguai (Sanchoetene, 1989).

Espécie semidecídua, esciófila, seletiva higrófila e secundária. Ocorre de forma isolada e descontínua nas partes úmidas e rochosas das submatas dos pinhais e, nas encostas rochosas das formações abertas da bacia do rio Uruguai (Lorenzi, 2002; Lopes & Gonçalves, 2006).

A planta é uma árvore de porte alto, com altura entre 15 a 20 m, com copa arredondada e ampla, com ramos longos, pilosos e comprimidos quando novos. É uma

planta melífera e ornamental, mas de crescimento lento e pode ser recomendada para reflorestamento (Donadio *et al.*, 2004).

As folhas são simples, inteiras, pecioladas, de forma elíptico-oblonga, com ápice espiniforme, pontiagudo e pungente, glabras, com nervura mediana impressa na face inferior (Donadio *et al.*, 2004).

Floresce durante os meses de outubro-novembro. Os frutos amadurecem em janeiro-fevereiro (Lorenzi, 2002).

As flores são laterais ou axilares, solitárias, pedunculadas e usualmente nascem nos ramos do ano. As flores são perfeitas, cíclicas, diclamídeas e com simetria radial (Donadio *et al.*, 2004).

Os frutos são muito apreciados nas regiões onde a planta é nativa e também são procurados pela fauna silvestre, principalmente pássaros. São bagas, de cor negra a violácea. São consumidos ao natural e utilizados para se fazer geléia (Donadio *et al.*, 2004).

Esta espécie apresenta excelente propagação natural, por sementes (Backes & Irgang, 2009). Souza (2010), trabalhando com propagação vegetativa de guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens*) através de técnicas de estaquia, enxertia e micropropagação, verificou que a estaquia é viável quando são utilizadas estacas apicais com quatro folhas, cultivadas em fevereiro, sem a utilização de AIB, em condição de nebulização intermitente. A enxertia de garfagem tipo fenda cheia em enxerto e porta-enxerto de guabijuzeiro com textura de caule lenhosa apresentaram maior eficiência. Na micropropagação o hipoclorito de sódio na concentração de 4 % por vinte minutos é eficiente para a desinfestação das sementes, na fase de multiplicação e enraizamento o

BAP (em concentrações baixas, até 1 mg.L⁻¹) e ANA (concentração de 0,6 mg.L⁻¹) respectivamente, se mostraram mais eficientes.

***Eugenia pyriformis* Cambess.** – (uvaieira)

Espécie nativa de São Paulo ao Rio Grande do Sul, em florestas semidecíduas e na bacia do rio Paraná. Também é nativa no Paraguai e Argentina (Donadio *et al.*, 2004; Lorenzi, 2002).

É uma planta semidecídua, heliófila, seletiva higrófila e pioneira. Ocorre em sub-bosques, formações abertas e de altitude ou, na bacia do rio Paraná. (Donadio *et al.*, 2004; Lopes & Gonçalves, 2006).

A planta é uma árvore com até 15 m de altura, com mínimo de seis metros, de copa densa. É empregada para moirões, lenha e carvão, entre outros usos. A planta é ornamental, melífera e produz frutos que atraem animais silvestres, podendo ser utilizada em reflorestamento (Donadio *et al.*, 2004).

As folhas são glabras, verde-acinzentadas quando maduras, mas róseo-avermelhadas quando novas. As folhas são incompletas, com bainha ausente e pecíolo presente. A nervação é penínérvea e a inserção oposta. A lâmina foliar é simples, inteira, com ápice e base agudos (Donadio *et al.*, 2004).

Floresce durante os meses de agosto-setembro e no extremo sul em novembro-dezembro. Os frutos iniciam a maturação em setembro, prolongando-se até o final de janeiro (Lorenzi, 2002).

As flores são axilares, perfeitas, com pedúnculo filiforme e botões muito pequenos (Donadio *et al.*, 2004).

Os frutos são bagas, com forma obovóide ou piriforme, de cor amarela ou alaranjada, com uma a quatro sementes e polpa comestível, macia, perecível e muito variável quanto à acidez, havendo tipos mais doces, outros muito ácidos. Apesar de sua acidez, são consumidos ao natural e usados para se fazer refresco, suco, sorvete, geleia e doce (Donadio *et al.*, 2004).

As sementes são suborbiculares, acastanhadas, com cotilédones carnosos, colados entre si e embrião pequeno (Donadio *et al.*, 2004).

A propagação é realizada, em sua maioria, por sementes (Donadio *et al.*, 2004). Silva *et al.* (2003), avaliaram os efeitos de diferentes formas de fracionamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis*) e observaram no primeiro experimento que as sementes cortadas longitudinalmente ou transversalmente em duas partes mantiveram a elevada porcentagem de germinação e de produção de plântulas normais, mesmo quando a fração resultante do corte tinha apenas 1/4 da semente. No segundo experimento, no qual as sementes foram cortadas em até oito partes, pelo menos uma das frações de cada semente continuou apresentando germinação, sendo os melhores resultados obtidos com o corte longitudinal.

Nascimento *et al.* (2008), testando o efeito de reguladores de crescimento BAP e AIB na micropropagação de uvaieira, utilizando para isto segmentos nodais, obtiveram que a concentração de 1,0 mg.L⁻¹ de BAP propiciou melhores resultados na fase de multiplicação (maior número de brotações, folhas e gemas por explante) e o AIB, na concentração de 1,0 mg.L⁻¹, produziu a maior porcentagem de formação de raízes (60 %) em brotações originadas *in vitro*.

***Psidium cattleianum* Sabine** – (araçazeiro-amarelo)

Espécie nativa em toda parte oriental da América do Sul, estendendo-se até às zonas serranas do nordeste do Uruguai. No Brasil ocorre desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul onde aparece na Depressão Central, Encosta Inferior do Nordeste, Litoral, Campos de Cima da Serra, Encosta Superior do Nordeste e Encosta do Sudeste (Sanhotene, 1989).

Pequena árvore de até 10 metros de altura (Backes & Irgang, 2009). Perenifólia ou semidecídua, heliófita, seletiva higrófila e secundária inicial. Ocorre em encostas, lajeados e restingas (Lopes & Gonçalves, 2006).

Esta espécie apresenta folhas simples, coriáceas, brilhantes, opostas, de forma ovalada, glabras, e de cor verde (Donadio *et al.*, 2004).

Florescem de junho a dezembro. As flores são de cor branca, diclamídeas, pentâmeras, perfeitas, zigomorfas e solitárias. Foi observada a ocorrência de polinização cruzada e auto-incompatibilidade em alguns tipos (Donadio *et al.*, 2004; Lorenzi, 2002). Verificou-se que também ocorre frutificação quando as flores são emasculadas e não são polinizadas, o que indica que ocorre formação de frutos sem fertilização. Isso pode ser explicado pela ocorrência de partenocarpia ou apomixia, como são formadas sementes nos frutos, a apomixia é a explicação mais provável (Franzon *et al.*, 2009)

O fruto é uma baga, de forma variável, mas usualmente arredondada, podendo ser achatada a oblonga e até piriforme. É citada variação de 16 a 100 sementes por fruto. Outras características do fruto são o bom rendimento em polpa, bom sabor, doce acidulado, com bom conteúdo de açúcares. Os frutos amadurecem de setembro a março (Donadio *et al.*, 2004; Lorenzi, 2002).

A propagação do araçazeiro tem sido feita por sementes (Donadio *et al.*, 2004). Outros métodos de propagação vegetativa têm sido testados, como a estaquia, na qual Nachtigal *et al.* (1994), obtiveram percentuais de enraizamento de estacas semilenhosas superiores 50 %, utilizando estacas com aproximadamente 12 cm de comprimento e com um par de folhas, e aplicação de ácido indolbutírico (AIB), na base da estaca, na forma de pó, na concentração de 4.000 ppm. O experimento foi conduzido em estufa com nebulização intermitente, e o melhor substrato foi uma mistura de areia e cinza de casca de arroz (1:1, v/v). Resultados semelhantes foram obtidos pelo mesmo autor, com percentuais de enraizamento de 69,6 %, porém utilizando AIB na forma de solução aquosa e na concentração de 200 ppm.

Conforme Franzon *et al.* (2009), outra alternativa de propagação vegetativa é o uso de enxertia, porém, em testes realizados em Pelotas, com *P. cattleyanum*, em diferentes épocas do ano, e usando diferentes métodos de enxertia (borbulhia, estaquia e garfagem), os resultados não foram promissores, com percentuais de pegamento abaixo de 5 %.

Altoé (2011) testando a propagação de araçá-do-campo (*Psidium guineense*), araçá-amarelo (*Psidium cattleyanum*) e goiabeira (*Psidium guajava*), através da técnica de miniestaquia de material juvenil, obteve 95,83; 91,66 e 100 % de enraizamento, respectivamente, mostrando-se esta, ser uma técnica viável para a propagação de araçazeiro.

A Embrapa Clima Temperado, lançou as duas únicas cultivares de araçazeiro nativo, conhecidas até o momento, a ‘Ya-cy’ e a ‘Irapuã’. A primeira é produtora de frutos de película amarela, enquanto a segunda produz frutos de película vermelha. A cultivar ‘Ya-cy’, tem como características: frutos de sabor doce e de baixa acidez e peso

médio dos frutos entre 15 e 20 g; podendo atingir produção de quatro $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ e, até três colheitas por ano. Já a cultivar ‘Irapuã’ é produtora de frutos de tamanho médio a grande e, apresenta maior acidez no fruto e leve adstringência; a produtividade ao longo do ano é crescente, variando de 3,4 a 14 $\text{kg}\cdot\text{planta}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ quando atinge a idade adulta. O início da produção ocorre em fevereiro (Franzon *et al.*, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal utilizado

As espécies avaliadas foram:

* *Eugenia uniflora* L. – (pitangueira): os frutos foram coletados maduros (coloração vermelha a arroxeada) de três exemplares, no município de Viamão, região metropolitana de Porto Alegre (RS). Este material (estruturas vegetativas e reprodutivas) foi incluído no herbário da UFRGS com o número ICN 191184;

* *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand – (guabijuzeiro): os frutos foram coletados maduros (coloração arroxeada) de um exemplar, no município de Bento Gonçalves (RS). Este material (estruturas vegetativas e reprodutivas) foi incluído no herbário da UFRGS com o número ICN 175157;

* *Eugenia pyriformis* Cambess. – (uvaieira): os frutos foram coletados maduros (coloração amarela a alaranjada) de cinco exemplares, na Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS). Este material (estruturas vegetativas e reprodutivas) foi incluído no herbário da UFRGS com o número ICN 191155;

* *Psidium cattleianum* Sabine – (araçazeiro-amarelo): os frutos foram coletados maduros (coloração amarelada) de um exemplar, no município de Porto

Alegre (RS). Este material (estruturas vegetativas e reprodutivas) foi incluído no herbário da UFRGS com o número ICN 191156.

3.2 Etapas de preparação do material vegetal utilizado no experimento

Etapa 1. Despolpa dos frutos, preparo do substrato, desinfestação e semeadura das sementes.

Após a coleta dos frutos estes foram levados para o laboratório e despolidos manualmente sob água corrente. As sementes foram secas à sombra por 24 horas.

As sementes secas foram armazenadas dentro de sacos plásticos de polietileno devidamente fechados e colocados dentro de refrigerador, na bandeja inferior, com temperaturas aproximadas de 5 °C, até o momento da semeadura.

O substrato utilizado foi areia de rio, a qual foi autoclavada (autoclave marca Primatec - Vertical C5), por uma hora a uma atmosfera (Brasil, 2009). Após a areia foi peneirada, em peneira com malha de 1,40 mm, para retirada de impurezas. Para umedecer a areia, foram utilizados 20 mL de água destilada para cada 200 g de areia, obtendo-se 60 % da capacidade de retenção de água pela areia (Brasil, 2009).

Após a preparação do substrato, as sementes provenientes da despolpa passaram pelo processo de desinfestação, no qual estas foram imersas em solução de 1 % de hipoclorito de sódio e mantidas por três minutos neste. Posteriormente, as sementes foram retiradas da solução e enxaguadas em água destilada.

Preparado o substrato e obtidas as sementes desinfestadas, procedeu-se a semeadura destas, em bandejas brancas de plástico de 44 cm de comprimento, 30 cm de largura e oito centímetros de altura (sem tampa), semeando-se em torno de mil sementes

de cada espécie por bandeja. A semeadura foi realizada entre areia (EA), ou seja, as sementes foram colocadas sobre uma camada uniforme de areia umedecida e cobertas com areia solta, de forma a obter uma camada de aproximadamente um centímetro sobre as sementes, conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Posteriormente, as bandejas foram colocadas em câmara incubadora, previamente desinfestada, sob temperatura de 25 °C, com luz branca (lâmpadas fluorescentes luz do dia) e fria e, umidade relativa de aproximadamente 80 %, sendo estas mantidas constantes (Figura 2).

A observação da germinação das sementes, a manutenção das condições ideais internas dos germinadores e a manutenção da umidade do substrato foram realizadas três vezes por semana.



FIGURA 2. Bandejas e caixas Gerbox com plântulas de espécies de Myrtaceae, dentro de câmara incubadora. DHS/UFRGS, Porto Alegre, RS, 2012.

Etapa 2. Transferência

Com o início da germinação, as plântulas que apresentaram de duas a seis folhas primárias verdes e em expansão foram repicadas para bandejas pretas de plástico de 57 cm de comprimento, 30,5 cm de largura e nove centímetros de altura, com cinquenta células (cada célula quadrada de 5 x 5 cm), contendo substrato comercial Carolina 2 – BR (CSC) para plantas, previamente umedecido a aproximadamente 60 % da sua capacidade de retenção de água (características do substrato encontram-se descritas na Tabela 1).

TABELA 1. Composição e características do substrato comercial Carolina 2 – BR (CSC).

Composição:	Turfa de Sphagno, vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada, calcário dolomítico (traços), gesso agrícola (traços) e fertilizante NPK (traços).
Características:	
Potencial hidrogeniônico (pH):	5,0 ± (0,5)
Condutividade Elétrica (CE):	0,7 ± 0,3 mS/cm
Densidade:	114 Kg/m ³
Capacidade de Retenção de Água (10 cm):	54 %
Umidade máxima:	60 %

Fonte: www.carolinasoil.com.br

Em cada célula foi plantada uma plântula e em cada bandeja foi plantada uma espécie, mantendo-se todas as espécies separadas e identificadas. As bandejas foram colocadas sobre bancadas, em casa de vegetação do Departamento de Horticultura e Silvicultura, em Porto Alegre (RS) (Figura 3), sobre as quais foram aclimatadas.

O período de transferência estendeu-se de 1º de junho de 2011 a 09 de janeiro de 2012.



FIGURA 3. Mudanças de espécies de Myrtaceae transferidas para bandejas de cinquenta células e acondicionadas dentro de casa de vegetação. DHS/UFRGS, Porto Alegre, RS, 2012.

Etapa 3. Transplante e sombreamento das mudas

Quando se observou nas mudas transferidas, o rebrote, desenvolvimento adequado e formação de torrão (desenvolvimento de raízes e surgimento destas na parte inferior das bandejas), estas foram transplantadas (**em 04 de fevereiro de 2012**) para sacos plásticos de PEBD (polietileno de baixa densidade), pretos, com aditivos protetores contra a radiação UV, de quatro litros. Estes sacos foram preenchidos com substrato de casca de *Pinus*, proveniente do estado de Santa Catarina, cujas características encontram-se na tabela 2 e, acondicionados lado a lado sob estruturas de madeira cobertas com a tela de sombreamento (tratamento).

Após a instalação do experimento (04/02/2012), as plantas foram padronizadas em altura aos 34 DAT (dias após o transplante), a 15 cm do nível do substrato, através de desponde das mudas, posteriormente ao qual, foram realizadas as avaliações até os 271 DAT.

TABELA 2. Propriedades químicas e físicas do substrato de casca de *Pinus*, proveniente de Santa Catarina. Análise realizada no Laboratório de Análise de Substratos para Plantas – DHS/UFRGS, Porto Alegre, RS, 2012.

Amostra		
pH	H ₂ O	5,66
CE	mS.cm ⁻¹	0,10
DU	Kg.m ⁻³	521,65
DS	Kg.m ⁻³	455,08
UA	%	12,75
PT	%	65,70
EA	%	14,99
AFD	%	12,37
AT	%	2,24
AR	%	36,10
CRA (10)	%	50,71
CRA (50)	%	38,34
CRA (100)	%	36,10

DU = densidade úmida; DS = densidade seca; UA = umidade atual.

pH = determinado em água, diluição 1:5 (v/v); CE = condutividade elétrica obtida em solução 1:5

PT = porosidade total; EA = espaço de aeração; AFD = água facilmente disponível; AT = água tamponante; AR = água remanescente.

CRA10, 50 e 100 = capacidade de retenção de água sob sucção de 10, 50 e 100 cm de coluna de água determinado em base volumétrica - v/v.

AD = água disponível que pode ser obtida pela soma de AFD + AT.

Observações: Média de três repetições por amostra.

3.3 Área experimental

O trabalho foi desenvolvido no período de fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013, nas instalações do Departamento de Horticultura e Silvicultura (DHS), localizadas no Campus da Faculdade de Agronomia/UFRGS, em Porto Alegre (RS) e na Estação Experimental Agronômica/UFRGS.

A Estação Experimental Agronômica da UFRGS está localizada no município de Eldorado do Sul, distante aproximadamente 50 Km da capital, Porto Alegre. Está na região ecofisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul, à latitude de 29°57'16" Sul, longitude de 51°37'31" Oeste, com altitude média de 30 metros.

O clima da região pertence à variedade específica CFa – subtropical úmido com verão quente – pela classificação de Köppen (1948). Caracteriza-se pela fórmula B1rB'3^{at} – mesotérmico úmido, com pouca deficiência hídrica e evapotranspiração

do vento inferior a 48 % do global anual – pela classificação climática de Thornthwaite (Thornthwaite, 1948)

A radiação solar é mais elevada no mês de dezembro (média de $525 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$), e o mês de junho é o que apresenta menor radiação média (média de $204 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$). Janeiro e fevereiro são os meses mais quentes (temperatura média do ar $24,2$ e $23,9$ °C, respectivamente), enquanto junho e julho são os mais frios (temperatura média do ar $13,3$ e 13 °C, respectivamente). A temperatura média do ar anual é de $18,8$ °C (Bergamaschi *et al.*, 2013).

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro blocos.

A parcela principal constituiu-se nos tratamentos relacionados às intensidades de sombreamento, com a utilização de telas pretas de 35 (transmitância de 65 % na radiação fotossinteticamente ativa - RFA), 50 (transmitância de 50% na RFA) e 80 % (transmitância de 20 % na RFA) de intensidade de sombreamento; telas vermelhas com 35 (transmitância de 65 % na RFA) e 50 % (transmitância de 50 % na RFA) de intensidade de sombreamento e 0 % (100 % de transmitância na RFA), consistindo em seis tratamentos ao todo (Figura 4).

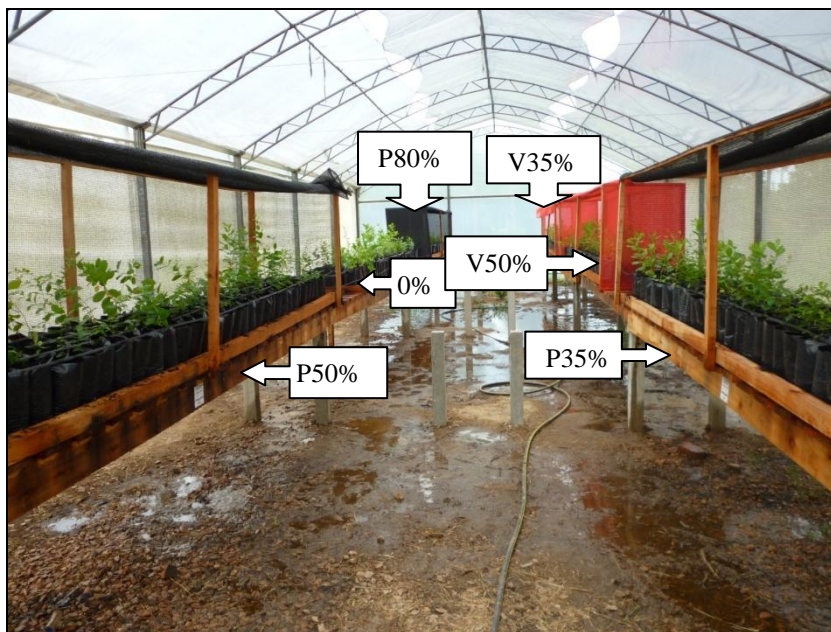


FIGURA 4. Vista interna da casa de vegetação e distribuição dos tratamentos dentro desta (0 % - sem tela; P35 % - tela preta com intensidade de sombreamento de 35 %; P50 % - tela preta com sombreamento de 50 %; P80 % - tela preta com sombreamento de 80 %; V35 % - tela vermelha com sombreamento de 35 % e V50 % - tela vermelha com sombreamento de 50 %), no dia na instalação do experimento (04/02/2012). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Obs.: O sombrite sobre a casa de vegetação foi retirado duas semanas após a aclimação das plantas recém transplantadas. As laterais das telas foram erguidas, para exposição do material vegetal no momento da foto.

As telas foram fixadas sobre estruturas de madeira em forma de paralelepípedo, com dimensões de 4 m x 0,7 m x 1 m, instaladas sobre bancadas de madeira sobre pilares de concreto, distantes um metro da superfície do chão. Estas estruturas foram cobertas no teto e lateralmente (abertura móvel na base maior do paralelepípedo, em um dos lados, através da qual se realizaram as avaliações), pelas seguintes telas (Figura 4):

- Telas pretas - nas intensidades de sombreamento de 35, 50 e 80 %;
- Telas vermelhas - nas intensidades de sombreamento de 35 e 50 %;
- Houve ainda, um tratamento onde não foi utilizado sombreamento com tela (sem tela).

Segundo o fabricante, as telas são confeccionadas com filme de polietileno de alta densidade e fios de monofilamento, que bloqueiam a passagem da radiação ultravioleta (UV). Em consequência da refração da luz direta pela estrutura de cristais, podem também, reduzir ou aumentar picos de transmitância de radiação de determinados comprimentos de onda (telas coloridas). Ademais, pelo entrelaçamento de seus fios, essas telas aumentam a percentagem de luz difusa, o que gera maior cobertura luminosa sobre as plantas, principalmente sobre as folhas inferiores. A tela vermelha tem maior transmitância em comprimentos de onda na faixa de vermelho e vermelho-distante e reduz as ondas de comprimento na faixa de azul, verde e amarelo. A tela preta é considerada neutra e não altera o espectro de luz, apenas reduz a irradiância.

As estruturas referidas acima foram distribuídas ao acaso dentro de uma casa de vegetação de 22 m x 8 m, com orientação solar norte-sul, tipo ‘teto em arco’, coberta com plástico transparente de PEBD (polietileno de baixa densidade) de 150 µm, com aditivos protetores contra a radiação UV (possuindo dois anos de exposição às condições ambientais do local), na Estação Experimental Agronômica/UFRGS, Eldorado do Sul/RS.

Quanto às subparcelas, estas foram formadas pelas espécies vegetais (*Eugenia uniflora* L. - “pitangueira”, *Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand – “guabijuzeiro”, *Eugenia pyriformis* Cambess. – “uvaieira” e *Psidium cattleianum* Sabine – “araçazeiro-amarelo”). Cada subparcela contou com dez plantas, totalizando 960 (novecentos e sessenta) plantas.

3.5 Manejo após instalação na casa de vegetação

3.5.1 Irrigação

A irrigação foi feita por sistema de gotejamento, utilizando-se mangueiras perfuradas a cada 12 cm e com uma vazão por orifício de $29,5 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, sendo esta a alíquota ajustada para cada muda.

Nos meses mais quentes, de primavera-verão, a irrigação foi feita três vezes ao dia, com duração de dois minutos cada. Nos meses mais frios, de outono-inverno, a irrigação foi reduzida, para duas vezes ao dia, com duração de um minuto e muitas vezes, quando da percepção da retenção exagerada de água no substrato, esta foi desligada e mantida assim por três dias.

3.5.2 Adubação

Realizada por fertirrigação, onde foram dissolvidos em 30 mL de água, 1,5 g de sulfato de amônio (21-0-0) e dois mililitros de Fitofós K® ($0,28 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ de K_2O e $0,42 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ de P_2O_5), correspondendo à dose total de 0,32 g de N, 0,56 g de K_2O e 0,84 g de P_2O_5 , aplicada em cada saco plástico.

Esta dosagem foi aplicada a cada trinta dias, tendo-se como início das aplicações os 83 DAT, sempre após a realização de um teste rápido denominado *PourThru*, o qual visa a monitorar a condutividade elétrica de substratos, medindo-a a partir da coleta de lixiviado no saco de cultivo. O método consiste em uma irrigação (aguardando por uma hora) e da aplicação de 150 mL de água destilada em cada saco, coletando-se o lixiviado e, imediatamente, fazendo-se a leitura de condutividade elétrica (utilizou-se para isso, o condutímetro da marca Phtek CD203) (Cavins *et al.*, 2000). Considerou-se o valor de

condutividade elétrica de $4,6 \text{ mS.cm}^{-1}$ como o limite para proceder-se a adubação do substrato, acima do qual esta não foi realizada (Cavins *et al.*, 2000).

Em agosto de 2012 verificaram-se alguns sintomas de deficiência de Ferro em algumas plantas de pitangueira e uvaieira como: clorose entre as nervuras das folhas mais jovens, algumas atingindo o estado de clorose também das nervuras e, portanto, apresentando uma folha “esbranquiçada” (Figura 5). As folhas tornaram-se cloróticas, porque o ferro é necessário para a síntese de alguns dos complexos constituídos por clorofila e proteína no cloroplasto (Taiz & Zeiger, 2009). Para sanar este problema e para que este não influenciasse nas avaliações, aplicou-se 5 mL.10 L^{-1} de Torped®, cuja composição e características de solução encontram-se na tabela 3, aos 181, 200 e 236 DAT (transplante em 04/02/2012).



FIGURA 5. Muda de uvaieira com clorose entre as nervuras das folhas (sintoma de deficiência de Ferro). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

TABELA 3. Composição e características de solução do adubo foliar Torped®.

Componente:	Níveis de garantia	
Nitrogênio (N)	5,0 % (p/p)	71,0 g.L ⁻¹ (p/v)
Fósforo (P ₂ O ₅)	8,0 % (p/p)	113,6 g.L ⁻¹ (p/v)
Potássio (K ₂ O)	8,0 % (p/p)	113,6 g.L ⁻¹ (p/v)
Cálcio (Ca)	1,0 % (p/p)	14,2 g.L ⁻¹ (p/v)
Magnésio (Mg)	0,5 % (p/p)	7,1 g.L ⁻¹ (p/v)
Enxofre (S)	2,5 % (p/p)	35,5 g.L ⁻¹ (p/v)
Zinco (Zn)	1,0 % (p/p)	14,2 g.L ⁻¹ (p/v)
Boro (B)	0,5 % (p/p)	7,1 g.L ⁻¹ (p/v)
Manganês (Mn)	0,5 % (p/p)	7,1 g.L ⁻¹ (p/v)
Cobre (Cu)	0,2 % (p/p)	2,8 g.L ⁻¹ (p/v)
Ferro (Fe)	0,1 % (p/p)	1,4 g.L ⁻¹ (p/v)
Molibdênio (Mo)	0,1 % (p/p)	1,4 g.L ⁻¹ (p/v)
Carbono orgânico total	6,0 % (p/p)	85,2 g.L ⁻¹ (p/v)
Características de solução:		
Condutividade elétrica (CE):	5,84 mS.cm ⁻¹	
Índice Salino (IS):	75,5	
Densidade à 20°C:	1,42 g.mL ⁻¹	
Natureza física:	Suspensão heterogênea	

Obs: Zinco, Cobre, Manganês e Ferro complexados por sete aminoácidos.

3.5.3 Desbrote e tutoramento

Quando da observação do crescimento de ramos laterais, com mais de cinco centímetros de comprimento, fez-se a eliminação destes (desbrote), buscando a obtenção de uma haste única, acelerando com isto o crescimento vertical das mudas.

Os desbrotos foram realizados aos 67, 102, 132, 158, 200 e 234 DAT.

Quando do início das adubações, verificou-se um aumento no comprimento da parte aérea, em virtude do crescimento das mudas, sendo que para evitar a quebra destas e também a incidência de moléstias em virtude de algum rompimento de tecidos pelo encurvamento das mesmas, utilizaram-se tutores de madeira de 20 cm, aos quais as mudas foram amarradas e mantidas eretas. A colocação dos tutores foi feita aos 67 DAT.

3.5.4 Tratamentos fitossanitários

Em virtude das adubações e desbrotos, houve um aumento no número de brotos novos, o que estimulou a incidência de pragas da família Cecidomyiidae em folhas de pitangueira, pela maior turgidez e fragilidade destas, as quais após o ataque também apresentavam a incidência de fungos (Figura 6), os quais foram tratados com pulverizações (pulverizador costal) dos produtos citados na tabela 4.

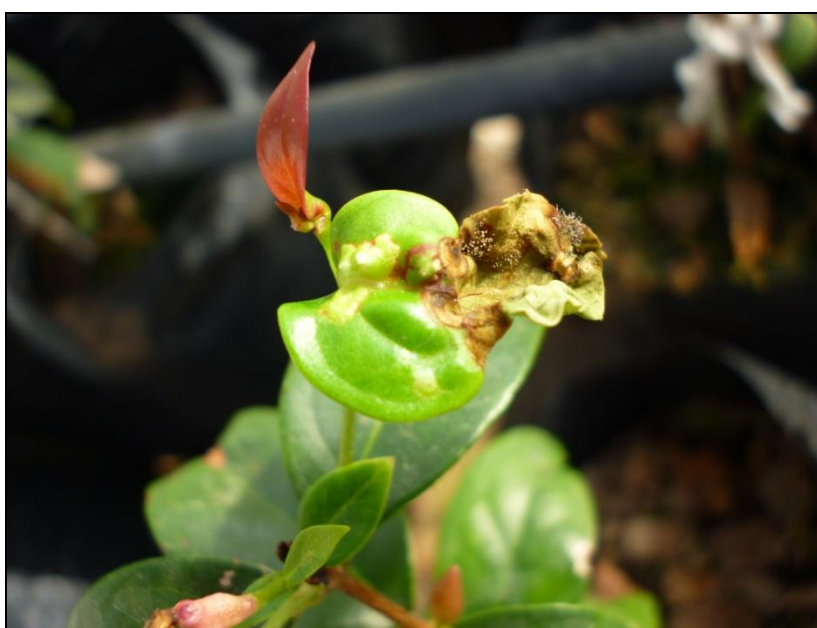


FIGURA 6. Sintomas do ataque de insetos da família Cecidomyiidae a folhas de pitangueira e associação a este da incidência de fungos em esporulação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

TABELA 4. Produtos e dosagens aplicadas de inseticida (Vertimec® 18 EC – i.a. abamectina) e fungicida (Cabrio Top® - i.a. metiram e piraclostrobina), em dias após o transplante (DAT – 04/02/2012). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

DAT	Produto	Dosagem	Ingrediente ativo (%)
145	Vertimec®	1,5 ml/10 litros de água	0,03
195	Cabrio Top®	10 g/10 litros de água	6,00
212	Vertimec®	2 ml/10 litros de água	0,04
245	Cabrio Top®	10 g/10 litros de água	6,00

3.6 Condições Meteorológicas

3.6.1 Monitoramento na região de instalação do experimento

Durante o período do experimento foram coletados dados de temperatura do ar e radiação solar global, a partir de uma estação automática Campbell (modelo *Weather Watch 2000 Station, Campbell Scientific, Inc.*) instalada na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, de responsabilidade do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia.

Dados de radiação solar global foram obtidos através de um piranômetro marca Li-cor. A temperatura do ar foi medida por um sensor Vaisala, colocado em microabrigo. Os dados foram coletados com um tempo de varredura de 10 segundos e armazenados a cada 15 minutos, em um *datalogger* Campbell.

3.6.2 Monitoramento da radiação fotossinteticamente ativa incidente e das temperaturas máximas, médias e mínimas em microescala (dentro da casa de vegetação)

Para determinar a radiação fotossinteticamente ativa incidente dentro de cada telado (tratamento) instalou-se sensores, compostos por cinco células fotovoltaicas de silício amorfo, a 0,2 m abaixo do teto de cada telado, localizado a aproximadamente dois metros da superfície do solo. Instalou-se um sensor para determinar a radiação incidente no ambiente externo (acima da estufa), perfazendo um total de sete sensores. Estes foram ligados a um sistema automático de aquisição de dados, composto por um multiplexador de canais (AM 16/32, Campbell Scientific), *datalogger* (CR10, Campbell Scientific) e uma unidade armazenadora acoplada (Campbell Scientific). As leituras

foram realizadas a cada 30 segundos e armazenadas a cada 30 minutos. Este monitoramento foi realizado em dois dias ensolarados (24 e 25 de julho de 2013).

O monitoramento das temperaturas foi realizado semanalmente de 22/03/2012 a 01/11/2012, utilizando-se um termômetro de máxima e mínima da marca Incoterm. Utilizou-se como referência os limites máximo e mínimo de temperatura marcados no termômetro pelo indicador azul, atingidos durante a semana.

3.7 Parâmetros avaliados

3.7.1 Comprimento da parte aérea e do sistema radicial

Foram realizadas avaliações de comprimento da parte aérea a cada 21 dias após o corte de homogeneização em todas as plantas de cada bloco, utilizando-se trena, sem que fosse necessária a remoção das plantas da casa de vegetação e destruição destas em laboratório (avaliações realizadas dos 32 aos 234 DAT).

Foram realizadas três coletas, nas quais se utilizou duas plantas ao acaso, por espécie, por bloco, num intervalo mínimo entre estas coletas de dois meses, para realização das avaliações destrutivas no laboratório do Departamento de Horticultura e Silvicultura/UFRGS, quando se realizou com trena as medições de comprimento do sistema radicial (avaliações realizadas aos 105, 173 e 271 DAT).

Cada planta coletada na casa de vegetação foi colocada dentro de um saco plástico, inteira e identificada, posteriormente, sendo colocada dentro de uma caixa de isopor contendo gelo e levada ao laboratório. No laboratório, as raízes foram lavadas em água corrente, retirando-se todos os resíduos, procedendo-se as demais avaliações.

3.7.2 Diâmetro de coleto

Esta avaliação foi realizada com paquímetro a cada 21 dias após o corte de homogeneização em todas as plantas de cada bloco, dentro da casa de vegetação a qual, que teve como referência a superfície do substrato (avaliações realizadas dos 32 aos 234 DAT).

3.7.3 Número de folhas, área foliar total, razão de área foliar e área foliar específica

Com o mesmo material coletado (com intervalo mínimo de dois meses entre coletas) e utilizado no subitem 3.7.1, foi realizada esta avaliação com o auxílio do medidor de área foliar modelo LI – 3100 AREA METER. Nesta avaliação todas as folhas foram removidas e contadas (obtendo-se o número de folhas) das duas plantas coletadas ao acaso dentro da casa de vegetação na EEA/UFRGS e procederam-se as medições de área foliar total de cada planta (avaliações realizadas em 105, 173 e 271 DAT).

Após a obtenção da massa seca total foi calculada a razão de área foliar (RAF), a qual é determinada através da razão entre os valores da área foliar total e massa seca total (Magalhães, 1979), obtidas em cada amostragem para as diferentes espécies: **RAF** = **AF** total/**MS** total.

Foi determinado também, o parâmetro área foliar específica (AFE), que é calculado através da razão entre a área foliar total e a massa seca de folhas; **AFE** = **AF** total/**MS** folhas.

3.7.4 Razão de massa seca da parte aérea e massa seca de raiz, massa seca de folhas, razão de massa seca de folhas e massa seca total

A determinação da massa seca foi realizada no material coletado, após a avaliação do parâmetro anterior (avaliações realizadas em 105, 173 e 271 DAT). O material fresco foi levado à estufa, a 65°C, até atingir massa constante. Após isto, procedeu-se a pesagem do material, para obtenção da massa seca da parte aérea, de folhas, do sistema radicial e a total.

A partir da obtenção da massa seca da parte aérea e do sistema radicial, estimou-se também a razão de massa seca de parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR).

Estimou-se também, a razão de massa seca de folhas (RMF), a qual é calculada pela razão entre a massa seca de folhas e a massa seca total (Magalhães, 1979): **RMF = $MS_{\text{folha}}/MS_{\text{total}}$** .

3.7.5 Razão de clorofila *a/b* e teor de clorofila total

A avaliação foi realizada uma vez por semana em todas as plantas de cada bloco, utilizando-se um medidor eletrônico de teor de clorofila (clorofiLOG), modelo CFL1030 da Falker®. As folhas utilizadas para esta avaliação foram coletadas ao acaso dentre folhas consideradas maduras, abaixo do segundo nó, tendo-se como referência, o ápice caulinar em direção ao coleto, com uma gema visível na sua axila. Determinaram-se os valores da razão de clorofila *a/b* e teor de clorofila total (avaliações realizadas dos 83 aos 201 DAT).

O clorofiLOG, segundo o fabricante (Falker Automação Agrícola Ltda.), utiliza como unidade de medida o Índice de Clorofila Falker (ICF), o qual é um índice

adimensional, que apresenta grande correlação com medições de laboratório (acima de 90%) obtidas pelo tradicional método de extração por acetona.

3.7.6 Teor de substâncias de reserva da parte aérea e do sistema radicial

O material utilizado para realização desta avaliação foi o mesmo proveniente da última coleta realizada na casa de vegetação (271 DAT). Após as plantas serem levadas ao laboratório e depois de realizadas as avaliações supracitadas, estas tiveram sua parte aérea e seu sistema radicial separados e colocados em sacos de papel pardo para serem secos. A secagem foi realizada em estufa a 65°C, até peso constante e após, as amostras foram moídas em moinho, acoplado com peneira de 20 malhas por polegada. Após, homogeneizou-se o material proveniente das oito plantas (quatro blocos) de cada tratamento separando-o em parte aérea e sistema radicial. De cada tratamento, de cada espécie e de cada parte (aérea e sistema radicial) coletou-se três subamostras de aproximadamente um grama cada.

As subamostras foram acondicionadas individualmente, em saquinhos feitos de tecido, sem tingimento e com malha com pequena abertura entre seus fios (tipo voil), de forma que a amostra moída ficasse retida, quando da digestão. A confecção destes saquinhos foi feita da seguinte forma: recortaram-se quadrados deste tecido de 11 X 11 cm (cada quadrado equivalia a uma repetição). Após, por meio de uma linha, se fez o amarrão das bordas destes quadrados, para impedir a perda do material, formando os saquinhos. Estes foram identificados individualmente e, novamente levados à estufa a 65°C, até peso constante.

A digestão propriamente dita foi feita segundo adaptações do método de Priestley, citado por Souza (1990), que consistiu da colocação das amostras em

Erlenmayer de dois litros, contendo uma solução aquosa com cinco por cento de ácido tricloroacético (99,0%) e 35% de metanol (99,8%), permanecendo sob aquecimento em bico de Bunsen, em capela com exaustor, por 8 horas. Nas duas primeiras horas, a solução contendo as amostras, permaneceu em ebulição. A partir daí, até completar às 8 horas, foi-se adicionando água destilada à solução, à medida que esta ia evaporando, visando manter sempre o mesmo volume de líquido. Concluindo o processo, as amostras foram lavadas com água destilada e postas novamente a secar em estufa, a 65°C até peso constante. O resultado da diferença de massa das amostras antes e após a digestão consiste no teor de substâncias de reserva que as amostras continham, sendo este parâmetro expresso em porcentagem.

3.7.8 Cortes histológicos de folhas

O material vegetal coletado para esta análise consistiu em folhas escolhidas ao acaso, abaixo do segundo nó, tendo-se como referência, o ápice caulinar em direção ao coleto, com uma gema visível na sua axila, mostrando esta ser uma folha madura. Este material foi coletado aos 33 DAT (somente no tratamento 0% de sombreamento) e aos 292 DAT (todos os tratamentos) e processado no Laboratório de Anatomia Vegetal (LAVeg).

Coletaram-se duas folhas aleatoriamente, dentro dos quatro blocos, em cada espécie e em cada tratamento. De cada folha cortaram-se dois retângulos transversais (com sua base maior perpendicular à nervura central) com dimensões de 0,5 cm x 0,2 cm, da região do terço médio da folha. Após, estes fragmentos foram fixados (conservados) em solução com glutaraldeído um por cento, formaldeído quatro por cento, em tampão fosfato (pH 7,2; 0,1 M), conforme metodologia descrita por

McDowell & Trump (1976), colocados dentro de frascos de vidro, com posterior aplicação de vácuo de 21 pol de Hg, em aparelho PELCO (BioWave®Pro), até que os fragmentos de tecidos vegetal se depositassem no fundo do frasco.

Para a inclusão em historesina, foram utilizados dois fragmentos da região entre a nervura central e o bordo das folhas, escolhidos ao acaso, dentro dos quatro blocos de cada espécie, de cada tratamento. Após a separação dos materiais a serem incluídos, estes foram colocados em microtubos, procedendo-se a desidratação em série etílica crescente (Gabriel, 1982) e posterior inclusão em blocos de resina acrílica (hidroxietilmetacrilato) (Gerrits & Smid, 1983), conforme descrito no Protocolo para Inclusão em Historesina do LAVeg (Apêndice 1).

Os blocos foram então seccionados a 5µm de espessura em micrótomo Leitz 1400 e os cortes montados sobre lâminas de vidro. As lâminas contendo os cortes foram expostas ao corante Azul de Toluidina 0,05% (pH 4,4) por dois minutos e posteriormente enxaguadas em água destilada. Este corante cora e destaca de azul violáceo estruturas celulares que contenham pectinas, lignina e compostos fenólicos (Feder & O'Brien, 1968).

Após sua preparação, as lâminas foram observadas em microscópio óptico Leica DMR, sob aumento de 20X, onde também foram feitas as fotomicrografias. Utilizou-se como referência para estas, a região da secção transversal da folha, a partir do segundo feixe vascular no sentido borda-centro do fragmento. Foram montadas estampas, nas quais foram observadas e discutidas, alterações provocadas pelos tratamentos de sombreamento, com as telas preta e vermelha, na epiderme e no mesofilo (parênquima paliádico, parênquima esponjoso e espaço intercelular) das folhas.

3.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância paramétrica. Quando esta foi significativa pelo teste F, as médias foram comparadas por Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Procedeu-se também a análise de regressão para as variáveis e de correlação de Pearson (no presente estudo, algumas correlações de maior importância foram destacadas, em virtude da grande quantidade de variáveis analisadas). A correlação foi realizada entre as seguintes variáveis: comprimento de parte aérea e diâmetro do coleto; massa seca de parte aérea e razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz; área foliar total e massa seca de folhas; área foliar específica e razão de massa seca de folhas, clorofila *a* e *b* e destas com a total; entre clorofila *b* e razão de clorofila *a/b* e; entre a clorofila total e a razão de clorofila *a/b*.

Para as variáveis que não apresentaram homogeneidade de variância (comprimento de raiz, número de folhas, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea, massa seca de folhas, massa seca total, razão de massa seca de parte aérea e massa seca de raiz, razão de massa de folhas, área foliar por planta, razão de área foliar, área foliar e área foliar específica) foi feita a transformação de dados para estabilização das variâncias, utilizando-se logaritmo natural (\ln) para isso.

Para a análise estatística do teor de carboidrato foi utilizado o modelo fatorial 6×4 , com três repetições.

Nas análises de variância e de correlação utilizou-se o software SAS Enterprise Guide 4.3. Nas análises de regressão utilizou-se os softwares CoStat e Sigr

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização meteorológica

4.1.1 Condições meteorológicas da região de instalação do experimento

Nos meses de março a novembro de 2012 (período de execução do experimento), as temperaturas mínima, média e máxima do ar, foram em média de 11,3 °C, 17,3 °C e 23,9 °C, respectivamente. A temperatura média do ar neste ano oscilou de 11,4 °C (julho) a 25 °C (fevereiro) (Figura 7).

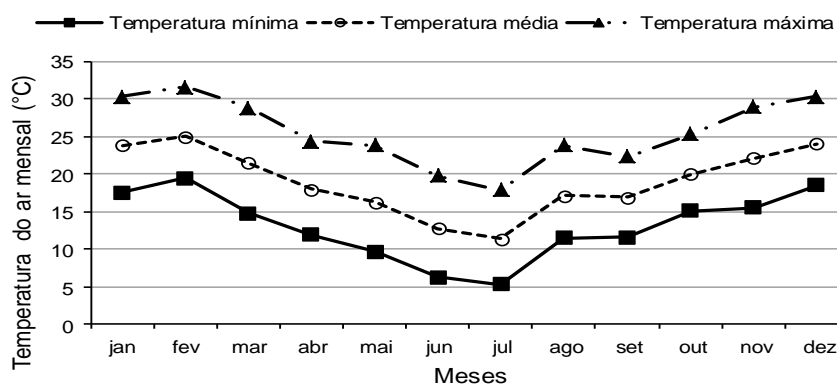


FIGURA 7. Temperaturas mínima, média e máxima mensal (médias), EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Em comparação com as normais climatológicas da região, observadas de 1970 a 2009, em Eldorado do Sul, cujas temperaturas médias do ar oscilam de 13 °C (julho) a 24,2 °C (janeiro) (Bergamaschi *et al.*, 2013), no ano de 2012 a amplitude térmica (diferença entre as temperaturas extremas observadas) foi maior.

A radiação solar global média foi de 334,1 cal.cm⁻².dia⁻¹, obtendo-se o pico de máxima radiação em fevereiro (516,9 cal.cm⁻².dia⁻¹) e o de mínima em junho (215,5 cal.cm⁻².dia⁻¹) (Figura 8). Em relação às normais climatológicas para esta região, obtidas para o período de 1970 a 2009, a amplitude de radiação no ano de 2012 foi menor, sendo que normalmente os picos de máxima ocorrem em dezembro e os de mínima radiação ocorrem em junho (Bergamaschi *et al.*, 2013).

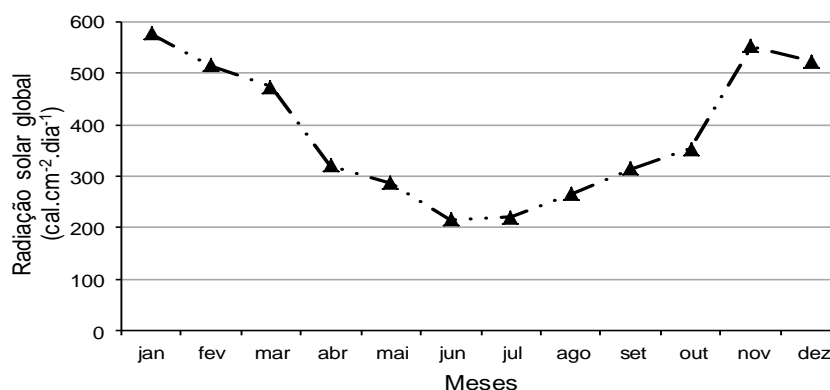


FIGURA 8. Radiação solar global, EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

4.1.2 Condições meteorológicas dentro da estufa

Na tabela 5, verifica-se que a radiação fotossinteticamente ativa incidente dentro da casa de vegetação teve seu valor reduzido em 31%, em relação ao ambiente externo. Martins *et al.* (1999) afirmaram que nas distintas regiões do Brasil, em geral, ocorrem reduções da radiação solar incidente no interior da casa de vegetação com relação ao meio externo, de 5 a 35%, corroborando o resultado obtido neste trabalho. Além disso,

comentaram que os valores variam com o tipo de plástico (composição química e espessura) e também dependem dos demais fluxos sobre o filme: reflexão e absorção. Os maiores valores de transmitância para a radiação global, saldo de radiação, RFA (radiação fotossinteticamente ativa) e luminosidade têm sido observados para o polietileno de baixa densidade (PEBD). Beckmann *et al.* (2006), utilizando uma casa de vegetação similar, com o mesmo tipo de plástico de cobertura, do presente trabalho, cultivando tomateiro, em Pelotas (RS), verificaram que a radiação solar global interna representou 76% da radiação solar global externa. A RFA representou cerca de 40% da radiação solar global no interior da casa de vegetação.

Entre as cores de tela, para as mesmas intensidades de sombreamento, verificou-se uma maior redução da radiação fotossinteticamente ativa das telas de cor preta em relação às de cor vermelha (Tabela 5). Oren-Shamir *et al.* (2001), trabalhando com plantas de *Pittosporum variegatum* (com nove meses de idade, provenientes de estacas enraizadas) cultivadas sob telas de cor verde, vermelha, azul, cinza, preta e reflectiva, todas com o mesmo sombreamento de 50%, verificou-se que a tela vermelha, propicia um maior sombreamento em relação à tela preta, considerando a radiação fotossinteticamente ativa, contrariando os resultados encontrados neste trabalho. Leite (2006) trabalhando com mudas do gênero *Phalaenopsis* (orquídeas), sob três cores de telas (azul, vermelha e preta) de intensidade de sombreamento de 50%, verificou que das 11:00 até as 14:00 horas as telas vermelhas apresentavam menor transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, quando comparadas às pretas, possivelmente devido à maior translucidez da malha vermelha quando submetida à radiação solar com uma angulação mais próxima do normal com o plano, ou seja, mais perpendicular.

Constatou-se através das medições da radiação fotossinteticamente ativa que as intensidades de sombreamento indicadas pela empresa, não condizem com as medidas a campo, sendo o sombreamento obtido através de medições, maior que o indicado por esta (Tabela 5).

TABELA 5. Radiação fotossinteticamente ativa incidente medida em 24/07 e 25/07/2013, fora da casa de vegetação, dentro da casa de vegetação e nos tratamentos de sombreamento e, intensidade de sombreamento real obtida após medições da radiação. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2013.

		Radiação fotossinteticamente ativa incidente ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)				
		Intensidade de sombreamento				
		Tela preta			Tela Vermelha	
Fora de casa de vegetação	Dentro da casa de vegetação	35%	50%	80%	35%	50%
6.933,75	4.815,66	2.572,46	1.918,74	672,74	2.965,47	2.286,84
		Intensidade de sombreamento real (%)				
0	31	47	60	86	38	53

O valor médio da temperatura máxima do ar foi de 23,9 °C, para dados coletados fora da casa de vegetação, no período de execução do experimento (março a novembro de 2012), sendo este inferior ao obtido dentro da casa de vegetação (35 °C). A temperatura média fora da casa de vegetação (17,3 °C) também foi inferior à temperatura interna (22,5 °C). Resultados similares também foram encontrados por Fochesato (2005) e Sales (2012).

O valor médio da temperatura mínima externa da casa de vegetação (11,3 °C) foi superior ao interno (10,0 °C), resultado que difere do encontrado por Fochesato (2005) e Sales (2012) (Tabela 5). Este resultado foi observado por Camacho *et al.* (1995), em trabalho realizado em Pelotas, RS, no qual as temperaturas mínimas do ar, em ambiente com PEBD, foram inferiores às do exterior. Este fenômeno é denominado de “inversão

térmica” e, ocorre devido à alta transmissividade do PEBD à radiação de onda longa (infravermelho) o que permite grande perda de energia durante o período noturno, na ausência da camada de condensação de vapor d’água.

O maior valor de temperatura máxima do ar absoluta foi verificado em novembro (43°C) e o menor em julho (27,3°C) no tratamento sem tela (Figura 9A), isto porque o PEBD apresenta maior transmissividade à radiação, do que quando ocorre a soma dos efeitos de sombreamento deste com as telas (Tabela 5), havendo com isso um maior aquecimento do ar pela radiação nos meses mais quentes do ano, devido à maior incidência de radiação de ondas curtas e um maior resfriamento deste nos meses mais frios do ano, devido à maior perda de energia sob a forma de onda longa.

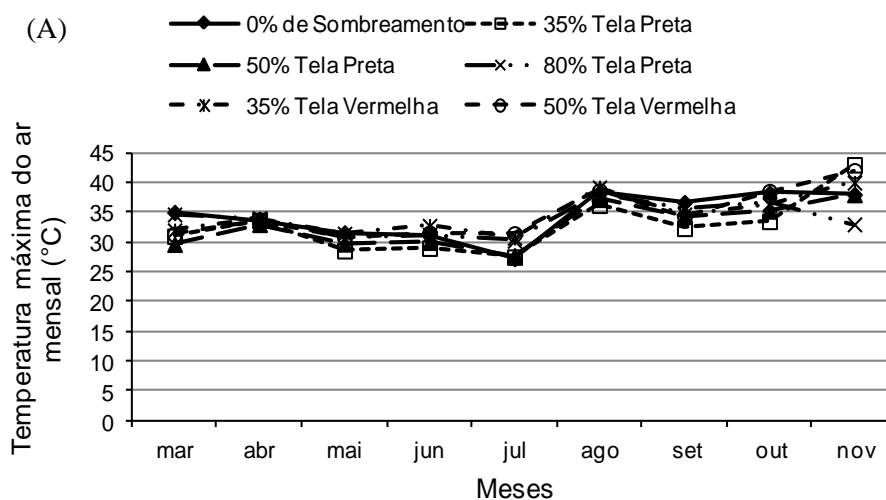
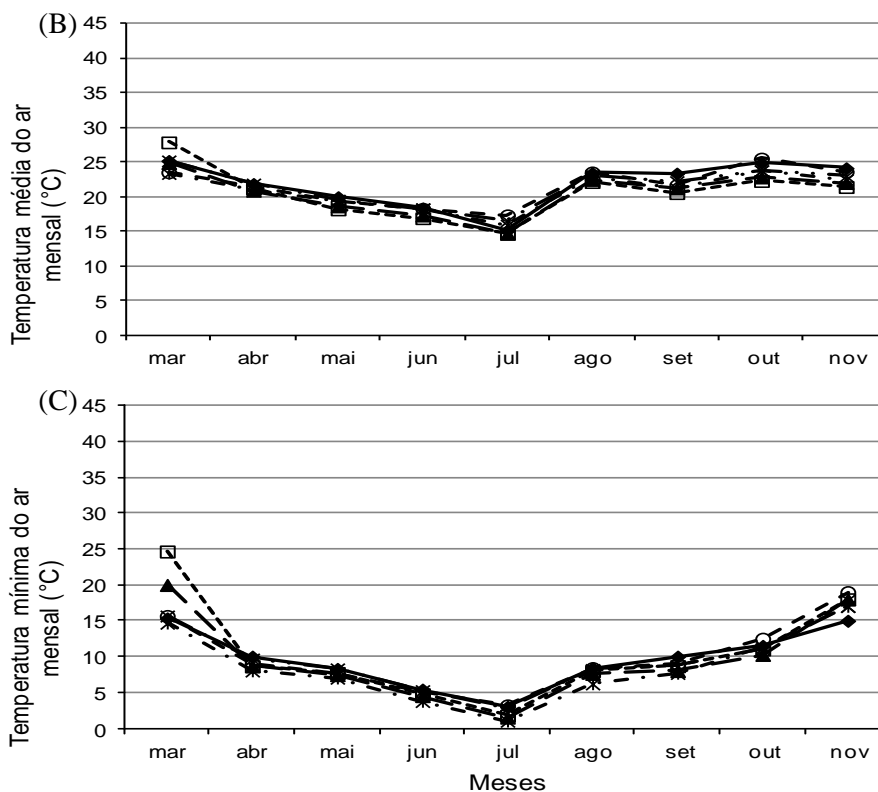


FIGURA 9. Temperatura máxima mensal (A); Temperatura média mensal (B); Temperatura mínima mensal (C), medidas no período de 22/03 a 01/11/2012. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.



Continuação FIGURA 9. Temperatura máxima mensal (A); Temperatura média mensal (B); Temperatura mínima mensal (C), medidas no período de 22/03 a 01/11/2012. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

O tratamento sem tela e o 35% de sombreamento com tela vermelha apresentaram os maiores valores de temperatura média do ar (35°C) no mês de novembro e os menores (14,6°C) ocorreram no mês de julho sob os tratamentos 35 e 50% de sombreamento com tela preta (Figura 9B).

O tratamento sem tela e o de 35% de sombreamento com tela vermelha apresentaram as maiores temperaturas médias, pois, em ambos, a transmissividade da radiação pelos materiais de cobertura (PEBD e tela vermelha, respectivamente) é alta (Tabela 5) e apesar da cobertura de tela atenuar a radiação transmitida esta também diminui a renovação da atmosfera pelo vento proveniente das aberturas laterais da casa

de vegetação, causando o aumento da temperatura do ar sob esta tela. As menores temperaturas médias verificadas sob telas pretas são devidas a menor transmissividade da radiação incidente por estas, conforme verificado na tabela 5, havendo menos energia solar disponível no interior destas telas, para o aquecimento do ar.

O tratamento 35% com tela preta apresentou o maior valor de temperatura mínima do ar ($24,7^{\circ}\text{C}$), no mês de março e o menor foi verificada no tratamento 35% com tela vermelha ($1,0^{\circ}\text{C}$) no mês de julho (Figura 9C). Isto foi verificado porque a tela preta de 35% de intensidade de sombreamento permite uma maior transmissão da radiação incidente em relação à tela preta com 50% de intensidade de sombreamento (Tabela 5) e também, apresentou maior opacidade à radiação de onda longa reemitida pelas superfícies do interior do telado, causando uma maior retenção de energia no interior deste. O tratamento de 35% com tela vermelha apresentou a menor temperatura mínima, pois em relação à tela preta sua transmissividade de onda curta e longa é maior, levando a perda de energia de forma mais fácil no interior deste. No tratamento sem tela, a temperatura do ar ainda foi maior que no tratamento com tela vermelha de 35% de intensidade de sombreamento porque, houve condensação do vapor de água na superfície interna do plástico da casa de vegetação, o que reteve em maior grau a radiação de onda longa e também, porque a disponibilidade de radiação solar no interior da casa de vegetação é maior do que sob o telado (Tabela 5).

Observou-se também, a ocorrência de geada dentro dos telados na segunda semana de junho e na terceira semana de julho, com temperaturas variando de -5°C a -1°C , respectivamente, o que ocasionou danos (queima) às brotações mais novas das mudas (Figura 10).

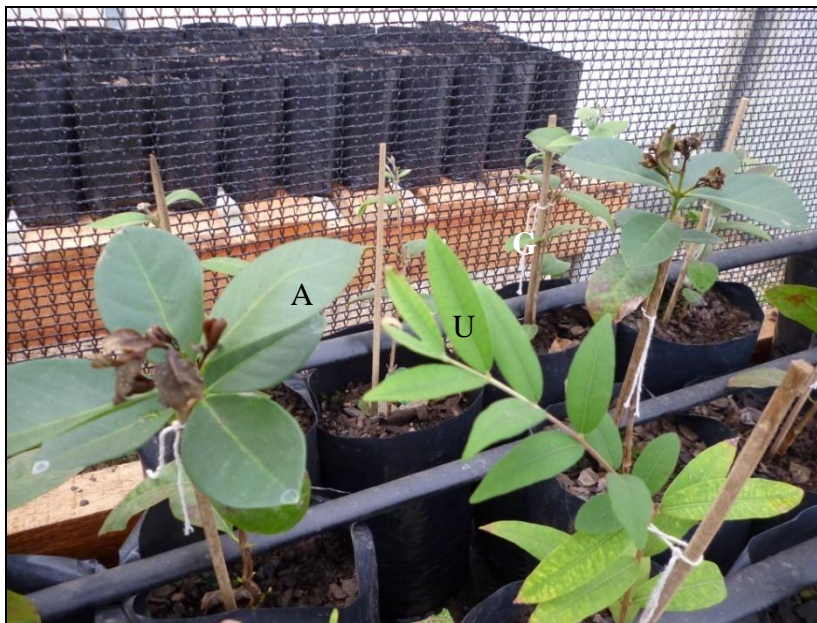


FIGURA 10. Queima de ponteiros de mudas de Myrtaceae (A – araçazeiro-amarelo; U – uvaieira; G – guabijuzeiro) pela ocorrência de geada. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

4.2 Parâmetros morfológicos

4.2.1 Comprimento de parte aérea

As plantas sob telas pretas (Figura 11 A) não sofreram influência dos tratamentos de sombreamento sobre o comprimento de parte aérea final, apresentando médias de: 30,3 cm (guabijuzeiro), 16,3 cm (pitangueira), 26,8 cm (uvaieira) e 32,1 cm (araçazeiro).

Sob telas vermelhas (Figura 11 B) as plantas também não sofreram influência dos tratamentos de sombreamento sobre o comprimento de parte aérea final, apresentando médias de: 28,1 cm (guabijuzeiro), 16,9 cm (pitangueira), 26,1 cm (uvaieira) e 30,0 cm (araçazeiro).

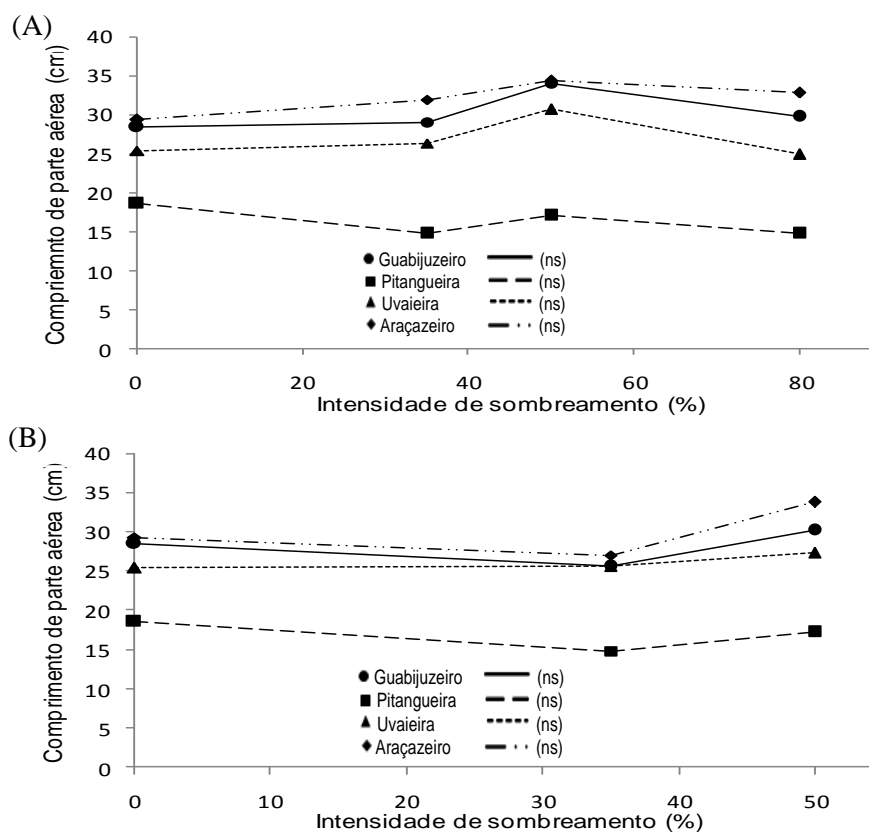


FIGURA 11. Comprimento de parte aérea final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

As plantas que apresentaram os maiores comprimentos de parte aérea final foram às expostas ao tratamento de sombreamento de 50 % tela preta, sendo que este não diferiu significativamente do tratamento 50 % tela vermelha, conforme verificado na tabela 6.

Conforme observado nas figuras 5 e 12, as plantas sob o sombreamento com tela preta, foram submetidas a uma redução da RFA (400 a 700 nm), pela diminuição da transmissividade de radiação solar proporcionada por esta. As plantas sob tela vermelha foram submetidas a uma menor redução da RFA (400 a 700 nm), em relação à tela preta

(Figura 5), porém, tiveram um redução da incidência de luz azul (400 a 500 nm) e uma diminuição da relação vermelho:vermelho-distante (Figura 13).

TABELA 6. Comprimento de parte aérea na avaliação final, em mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de Tela	Comprimento de parte aérea final (cm)
0% (Sem tela)	25,4 b
35% - Tela Preta	25,5 b
50% - Tela Preta	28,9 a
80% - Tela Preta	25,5 b
35% - Tela Vermelha	25,2 b
50% - Tela Vermelha	27,2 ab
CV (%)	12,19

Letras minúsculas na coluna quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

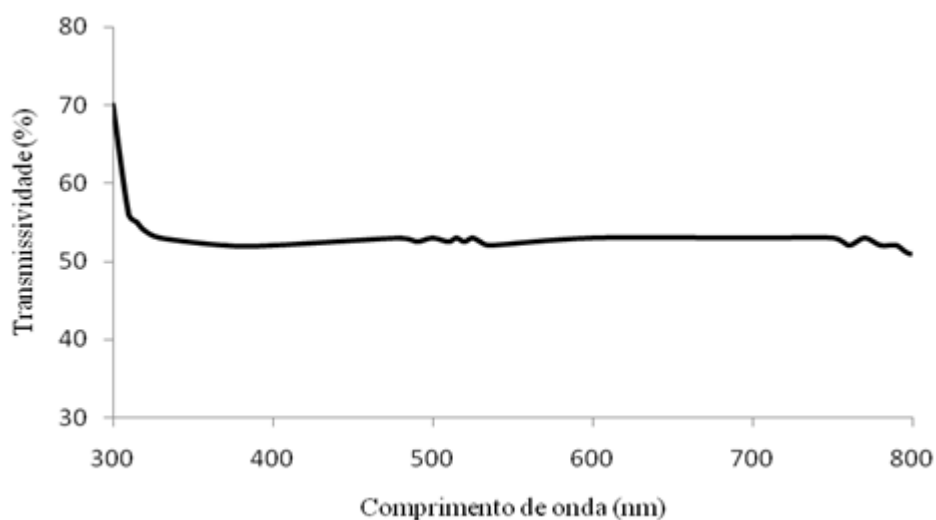


FIGURA 12. Curva de transmissão da tela preta (Oren-Shamir *et al.*, 2001).

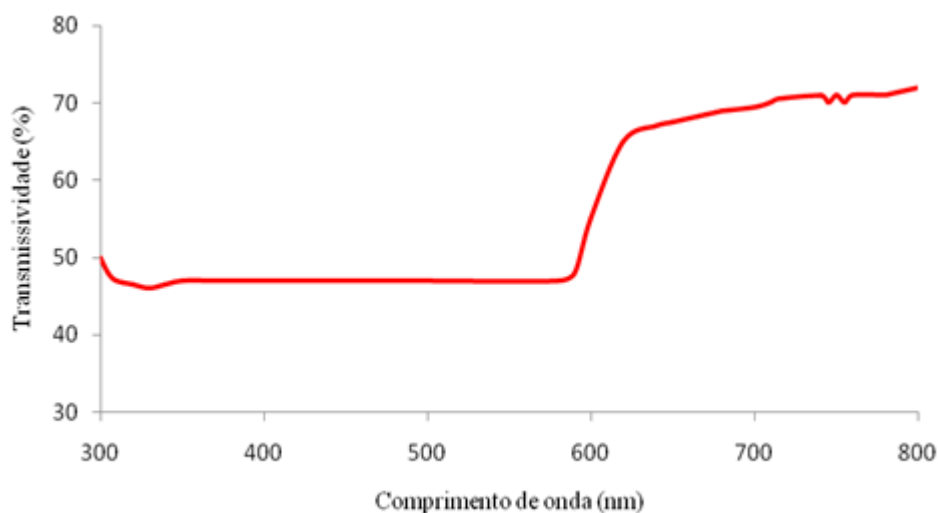


FIGURA 13. Curva de transmissão da tela vermelha (Oren-Shamir *et al.*, 2001).

Pierik & de Wit (2013) descrevem que estes são sinais de luz os quais as plantas percebem através de fitocromos, criptocromos e fototropinas, utilizando-os para detectar a presença de plantas vizinhas, desencadeando com isso, a resposta de evitação à sombra. Esta resposta não foi tão evidente nas plantas sob o tratamento de 80% de sombreamento com tela preta, pois este pareceu ser limitante aos processos fotossintéticos e ao desenvolvimento adequado das plantas.

Essa resposta conta com a ação combinada de hormônios vegetais, incluindo giberelina, auxina, brassinosteróides e etileno, os quais têm seus níveis aumentados no caule em baixa relação vermelho:vermelho-distante (Keuskamp *et al.*, 2010; Gommers *et al.*, 2013; Casal, 2013).

Com a diminuição da relação vermelho:vermelho-distante, ocorre uma diminuição no transporte polar de auxina e a redistribuição lateral desta, através dos complexos de efluxo, lateralmente localizados na célula, caracterizados pela proteína PIN3, com a consequente desestabilização dos complexos de efluxo localizados na base

das células (PIN1), aumentando o *pool* de auxina, nos tecidos externos ao sistema vascular (Morelli & Ruberti, 2002). Na hipótese do crescimento ácido, os hormônios – particularmente a auxina, presente em grande quantidade nos tecidos externos do caule (córtex externo e epiderme) – ativam uma enzima da bomba de prótons na membrana plasmática. Os prótons são bombeados do citosol para a parede celular. Acredita-se que a queda resultante do pH causa um afrouxamento da estrutura da parede celular. Isso se dá pela quebra e reformulação de polissacarídeos não-celulósicos, os quais normalmente se dispõem como uma “ponte cruzada”, interligando as microfibrilas de celulose, ou pela ação de uma nova classe de proteínas denominadas expansinas, as quais separam as pontes de hidrogênio entre os polissacarídeos na parede celular (Raven, 2011).

Além de afetarem a taxa de expansão celular, os hormônios vegetais também podem influenciar a direção da expansão. As células dos tecidos do caule em crescimento tendem a se expandir longitudinalmente, resultando no crescimento “unidirecional”, característico de um caule alongado. A direção da expansão celular é aparentemente determinada pela orientação das microfibrilas de celulose, conforme elas vão sendo depositadas na parede celular em desenvolvimento. Se as microfibrilas de celulose são depositadas com orientação aleatória, as células tendem a se expandir em todas as direções. Se as microfibrilas são depositadas principalmente na orientação transversal, as células tendem a se expandir longitudinalmente. A orientação das microfibrilas de celulose parece ser governada pela orientação dos microtúbulos, localizados internamente e junto da membrana plasmática, sendo esta disposição dos microtúbulos influenciada pelos hormônios. As giberelinas, promovem a disposição transversal dos microtúbulos, que resulta em um grande crescimento longitudinal ou alongamento (Raven, 2011).

Henrique *et al.* (2011) estudando os efeitos do uso de telas de diferentes cores com intensidade de sombreamento de 50 % sobre o desenvolvimento de mudas de café, também não verificaram diferença significativa entre as alturas das plantas sob as cores de tela preta, azul e vermelha. Santos *et al.* (2010) observaram em mudas de *Eucalyptus grandis* sob diferentes intensidades de sombreamento com tela preta, que plantas cultivadas sob sombreamento de 30 e 50 % obtiveram maior crescimento em altura, concordando com os resultados encontrados neste trabalho, no tratamento (50 %), considerado como uma resposta de competição por luz e espaço, que leva a planta ao estiolamento (resposta de evitação à sombra). Entretanto, Scalon *et al.* (2001) observaram que mudas de pitangueiras expostas a diferentes tratamentos de sombreamento apresentaram as maiores alturas a pleno sol, contrariando o resultado encontrado neste trabalho.

4.2.2 Comprimento de raiz

Sob telas pretas (Figura 14 A), as plantas não sofreram influência dos tratamentos de sombreamento sobre o comprimento de raiz final, apresentando médias de: 18,4 cm (guabijuzeiro), 26,5 cm (pitangueira), 26,1 cm (uvaieira) e 29,0 cm (araçazeiro).

Para uvaieiras, houve influência significativa no desenvolvimento final do comprimento de raiz nas plantas dos tratamentos de sombreamento com telas vermelhas. Houve um decréscimo do comprimento de raiz final até 35 % de sombreamento, com posterior aumento deste até ser atingido o sombreamento de 50 % de sombreamento. As demais espécies não sofreram influência dos tratamentos de

sombreamento sobre o comprimento de raiz final, apresentando médias de: 19,6 cm (guabijuzeiro), 26,9 cm (pitangueira), e 30,7 cm (araçazeiro) (Figura 14 B).

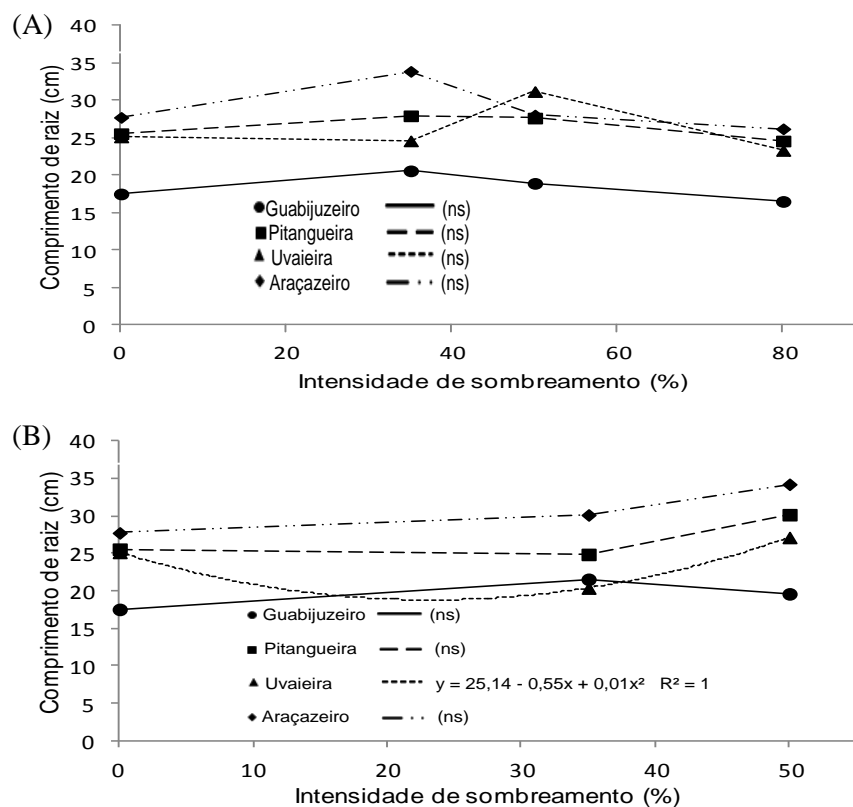


FIGURA 14. Comprimento de raiz final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Para o comprimento de raiz observou-se menor desenvolvimento em plantas sob tela preta com sombreamento de 80 %, as quais não diferiram estatisticamente das sob tela vermelha com sombreamento de 35 % (Tabela 7).

TABELA 7. Comprimento de raiz (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijueiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de Tela	Comprimento de raiz (cm)
0% (Sem tela)	23,8 a
35% - Tela Preta	24,4 a
50% - Tela Preta	23,5 a
80% - Tela Preta	20,9 b
35% - Tela Vermelha	23,2 ab
50% - Tela Vermelha	23,9 a
CV (%)	7,01

Letras minúsculas na coluna quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Morelli & Ruberti (2002) observaram em plantas expostas ao sombreamento, que com a redistribuição lateral de auxina no caule (citada no subitem anterior), ocorre uma diminuição do transporte polar desta, causando um decréscimo na concentração deste hormônio a chegar à raiz, conseqüentemente esta, apresenta um menor desenvolvimento. Além disso, nas plantas expostas ao sombreamento de 80% com tela preta há uma maior limitação de radiação solar incidente (Tabela 5), em relação aos outros tratamentos, o que pode ter influenciado o desenvolvimento do sistema radicular deficiente destas plantas, pelo menor aporte de fotoassimilados a este.

Câmara & Endres (2008), trabalhando com mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) e (chicha) *Sterculia foetida*, sob diferentes tratamentos de sombreamento com tela preta, observaram a diminuição do comprimento de raízes, no tratamento de 92 % de sombreamento, concordando com os resultados encontrados nos maiores níveis de sombreamento deste experimento. Contrariando os resultados aqui obtidos, Campos & Uchida (2002) observaram que mudas de caroba (*Jacaranda copaia*) sob 0% (pleno sol), 35, 50 e 70 % de sombreamento com tela preta, não tiveram seus comprimentos de raiz afetados pelos tratamentos.

4.2.3 Diâmetro de coletor

O diâmetro de coletor final das plantas de guabijuzeiro e uvaieira (Figura 15 A) não sofreu influência dos tratamentos de sombreamento com tela preta, sendo as médias para estas espécies de 3,07 mm e 3,11 mm, respectivamente. Porém, para pitangueiras houve influência significativa no desenvolvimento final do diâmetro de coletor das plantas, dos tratamentos de sombreamento. Houve aumento do diâmetro até a intensidade de sombreamento de 50 % (máximo diâmetro de 3,81 mm), posteriormente a este máximo, ocorre um decréscimo do diâmetro até atingir a menor média, no tratamento de 80 % de sombreamento, de 2,43 mm.

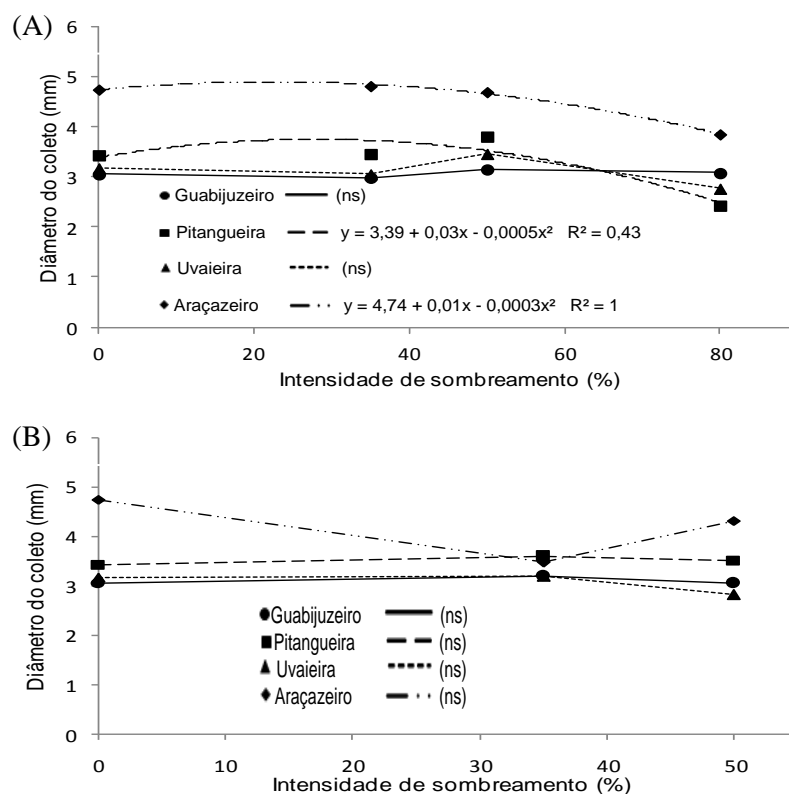


FIGURA 15. Diâmetro de coletor final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Em araçazeiros também houve influência significativa dos tratamentos de sombreamento sobre o desenvolvimento final do diâmetro do coleto das plantas, entretanto nestes o maior diâmetro foi atingido sob o tratamento de 35 % de sombreamento com tela preta (4,81 mm), havendo posteriormente um decréscimo até ser atingido o pior tratamento para esta espécie, sob o tratamento de 80 % de sombreamento (3,85 mm) (Figura 15 A).

Sob telas vermelhas não houve influência dos tratamentos de sombreamento sobre o diâmetro de coleto final, sendo as médias encontradas de 3,19 mm (guabijuzeiro), 3,51 mm (pitangueira), 3,05 mm (uvaieira) e 4,69 mm (araçazeiro) (Figura 15 B).

Quanto ao diâmetro de coleto final, este foi menor para as plantas sob o tratamento de 80 % de sombreamento com tela preta, o qual também não diferiu significativamente do tratamento 50 % tela vermelha (Tabela 8).

TABELA 8. Diâmetro de coleto na avaliação final, em mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de Tela	Diâmetro do coleto final (mm)
0% (Sem tela)	3,60 a
35% - Tela Preta	3,58 a
50% - Tela Preta	3,78 a
80% - Tela Preta	3,03 b
35% - Tela Vermelha	3,81 a
50% - Tela Vermelha	3,42 ab
CV (%)	13,68

Letras minúsculas na coluna quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Houve correlação positiva entre comprimento de parte aérea e diâmetro do coleto ($r = 0,58$ e $P > t < 0,0001$), observado para as maiores intensidades de sombreamento.

Conforme Morelli & Ruberti (2002), com a diminuição no transporte polar de auxina e redirecionamento lateral desta em plantas sombreadas, ocorre a inibição do crescimento secundário do sistema vascular. Esta inibição descrita acima reflete-se, portanto, no menor diâmetro do coleto em plantas sob o sombreamento de 80% com tela preta. Além das restrições fotossintéticas impostas às plantas sobre este tratamento, as quais já foram citadas anteriormente e, que implicam em um menor desenvolvimento da planta como um todo.

Miralles *et al.* (2011) observaram um comportamento antagônico entre diâmetro e altura em mudas de aderno-bastardo (*Rhamnus alaternus*), sob diferentes intensidades de sombreamento. Avaliando mudas de pau-de-balsa (*Ochroma lagopus*) e jatobá (*Hymenae courbaril*) sob diferentes tratamentos de sombreamento, Campos & Uchida (2002) verificaram que as mudas de jatobá sob os tratamentos de sombreamento de 70 % com tela preta, apresentaram os menores diâmetros de coleto, bem como verificado no presente trabalho para a maior intensidade de sombreamento (80% de sombreamento com tela preta). Câmara & Endres (2008), estudando o desenvolvimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e chicha (*Sterculia foetida*) sob diferentes níveis de sombreamento com tela preta, observaram menores valores de diâmetro de coleto sob os tratamentos de 92 %, para sabiá e, 70 e 92 %, para chicha, o que corrobora os resultados encontrados neste trabalho, com o aumento do sombreamento.

4.2.4 Número de folhas

O número de folhas final de pitangueira e araçazeiro não foi influenciado pelos tratamentos de sombreamento com tela preta, atingindo médias de 14 e 26 folhas, para ambas espécies, respectivamente. Nos guabijuzeiros, os tratamentos influenciaram

significativamente o número final de folhas, havendo um aumento até a intensidade de 50 % de sombreamento (35 folhas), com posterior decréscimo.

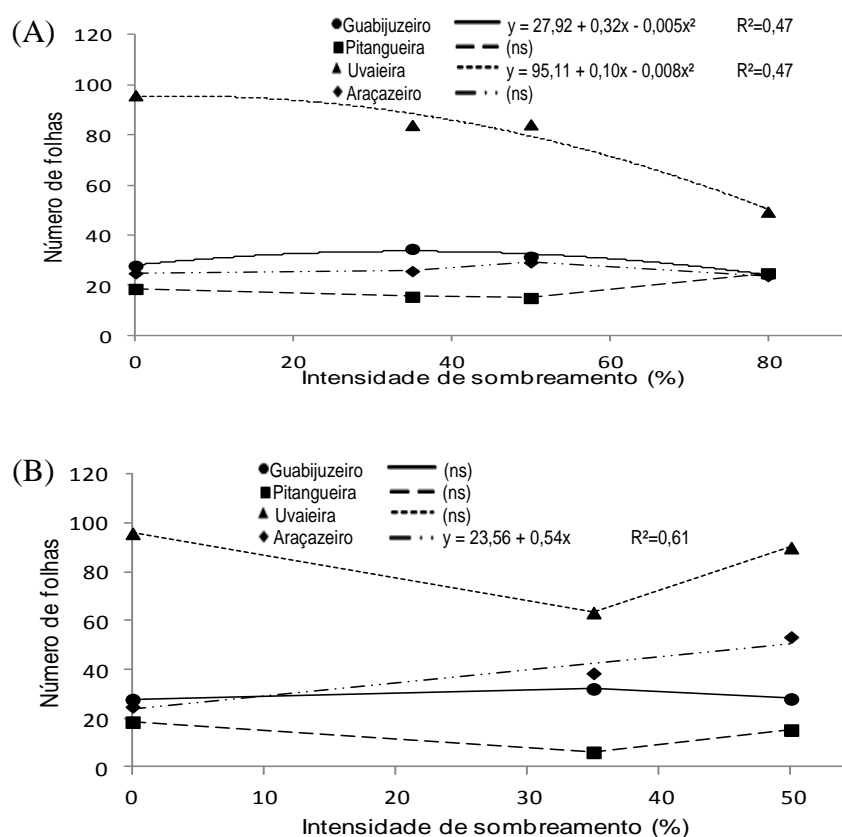


FIGURA 16. Número de folhas final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Nas uvaieiras ocorreu um comportamento decrescente significativo entre os tratamentos de sombreamento e o número de folhas, sendo o tratamento de 80 % de sombreamento (49 folhas) o que levou a esta espécie a produzir o menor número de folhas final (Figura 16 A).

Para os guabijuzeiros, pitangueiras e uvaieiras sob tela vermelha não foi verificado efeito significativo dos tratamentos sobre o número de folhas final,

apresentando estes, médias de 29, 12 e 83 folhas, respectivamente. Os araçazeiros sob tela vermelha apresentaram um comportamento crescente do número de folhas final em relação aos tratamentos, sendo o melhor tratamento o de 50 % de sombreamento (53 folhas) (Figura 16 B).

Para o número de folhas, ocorreu interação entre os tratamentos de sombreamento e as espécies, conforme se verifica na tabela 9.

TABELA 9. Número de folhas de mudas de araçazeiro (três coletas), guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de tela	Número de folhas				CV (%)
	Guabijuzeiro	Araçazeiro	Pitangueira	Uvaieira	
0% (Sem tela)	B 18 a	B 19 bc	B 15 a	A 37 a	88,89
35% - Tela Preta	B 19 a	B 18 c	C 11 a	A 40 a	92,11
50% - Tela Preta	B 20 a	B 21 bc	C 15 a	A 48 a	78,55
80% - Tela Preta	B 16 a	B 16 c	B 16 a	A 24 b	55,32
35% - Tela Vermelha	B 19 a	A 24 ab	C 10 a	A 28 b	66,44
50% - Tela Vermelha	C 17 a	B 28 a	C 15 a	A 28 b	77,69
CV (%)	52,55	56,48	45,62	79,21	

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, quando distintas, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para guabijuzeiros e pitangueiras, não houve diferença significativa entre os tratamentos de sombreamento, apresentando, média de 18 e 14 folhas, respectivamente. Mudas de uvaieira destacaram-se entre as quatro espécies estudadas, apresentando o maior número de folhas para todos os tratamentos.

Em uvaieiras os tratamentos de 0% (testemunha), 35% e 50% de sombreamento com tela preta apresentaram maior número de folhas, diferindo significativamente dos demais (Tabela 9). O tratamento de 80% de sombreamento com tela preta limitou os processos fotossintéticos (devido à menor incidência de Radiação Fotossinteticamente Ativa – RAF, conforme Tabela 5) e conseqüentemente a plasticidade desta espécie.

Apesar de os dois tratamentos com tela preta (35 e 50% de sombreamento) não terem diferido significativamente do tratamento testemunha, observou-se maiores médias de número de folhas com o aumento do sombreamento. Isso ocorreu devido à influência da auxina que atua como um fator-chave na promoção da iniciação de folhas no ápice caulinar, conforme descrito por Taiz & Zeiger (2009). Como este fitohormônio é fotossensível, com o aumento do sombreamento (redução da radiação incidente no interior do telado), obteve-se uma maior atividade deste nos tecidos das plantas, promovendo a formação de um maior número de primórdios foliares.

Em araçazeiro o tratamento de 50% de sombreamento com tela vermelha apresentou o maior número de folhas, diferindo-se dos demais, exceto do tratamento de 35% de sombreamento com tela vermelha (Tabela 9). Nessa espécie verificou-se o mesmo efeito do sombreamento verificado em uvaieiras, porém, esta foi mais responsiva às telas vermelhas, aproveitando a maior disponibilidade de luz nos comprimentos de onda vermelho e vermelho-distante, preferencialmente absorvidos pelos fotossistemas II e I, respectivamente, conforme Taiz & Zeiger (2009).

Estudo com mudas de café, sob telas de diferentes cores com 50 % de sombreamento, assim como neste trabalho, também não evidenciou diferenças quanto ao número de folhas (Henrique *et al.*, 2011). Avaliando o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis*, Santos *et al.* (2010) observaram superioridade das mudas quanto ao número de folhas, sob o tratamento a pleno sol, contrariando os resultados encontrados neste artigo.

4.2.5 Área foliar total

As plantas de guabijuzeiro apresentaram crescimento significativo da área foliar total final até o tratamento de 50 % de sombreamento (270,26 cm²) com tela preta, posteriormente a este, verificou-se uma queda até o tratamento de 80 % de sombreamento (149,28 cm²), o qual foi o pior entre os tratamentos (Figura 17 A).

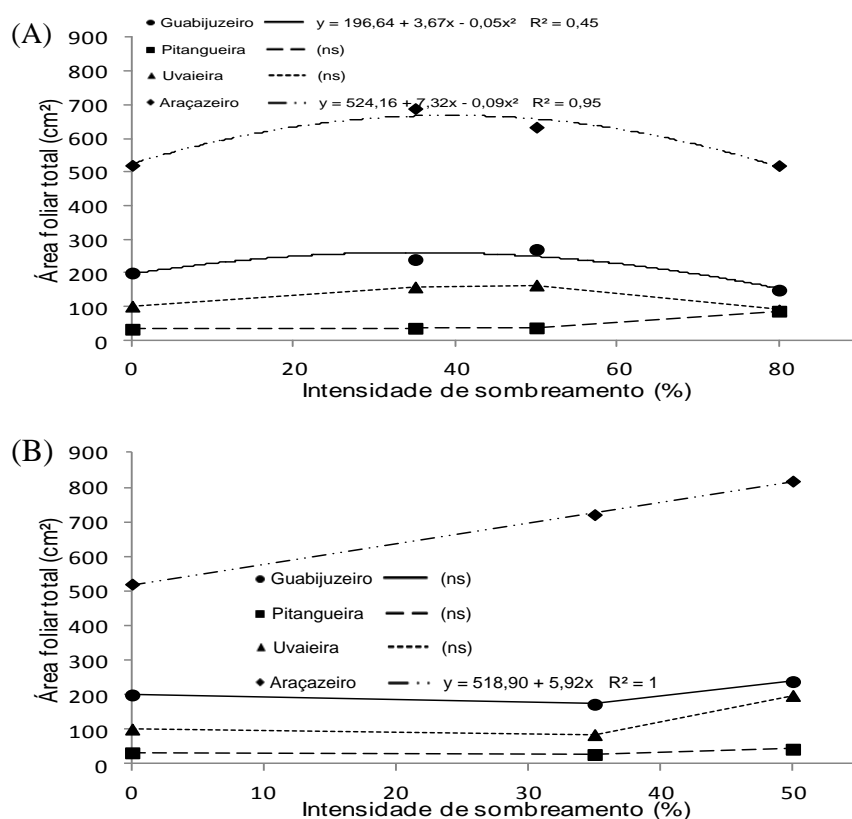


FIGURA 17. Área foliar total final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Araçazeiros tiveram sua área foliar total final influenciada pelos tratamentos de sombreamento, tendo um comportamento crescente significativo desta até o tratamento de 35% de sombreamento (689,16 cm²), com tela preta, posteriormente a este, apresentando um comportamento decrescente até o tratamento de 80 % com tela preta

(519,60 cm²), o qual foi o pior entre os tratamentos (Figura 17 A). Pitangueiras e uvaieiras, não foram influenciadas quanto à área foliar total final pelos tratamentos de sombreamento com tela preta, atingindo médias de 66,33 cm² e 128,65 cm², respectivamente (Figura 17 A).

Sob telas vermelhas, araçazeiros apresentaram comportamento crescente significativo da área foliar total final, com o aumento da intensidade de sombreamento. Guabijuzeiros, pitangueiras e uvaieiras sob tela vermelha, não tiveram sua área foliar total final influenciada pelos tratamentos de sombreamento, obtendo-se para estes, médias de 204,03 cm², 44,99 cm², 128,58 cm² e 686,51 cm², respectivamente (Figura 17 B).

Entre os tratamentos, não houve diferença significativa quanto à área foliar total, obtendo-se para este parâmetro a média de 130,53 cm² (Tabela 10).

Apesar de não ter sido verificada diferença significativa entre os tratamentos, observa-se que as maiores médias ocorreram nos tratamentos de 50% de sombreamento com tela preta e vermelha. Isto pode ser justificado pela influência das diferentes concentrações de fitohormônios, principalmente auxinas.

TABELA 10. Área foliar total (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores (três coletas). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de Tela	Área foliar total (cm ²)
0% (Sem tela)	110,95
35% - Tela Preta	135,86
50% - Tela Preta	144,16
80% - Tela Preta	111,06
35% - Tela Vermelha	125,01
50% - Tela Vermelha	156,15
Média	130,53
CV (%)	17,47

Ausência de letras indica que não há diferença significativa das médias na coluna, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Conforme Medri e Lleras (1980), entre as funções das auxinas destacam-se o crescimento e extensão celulares e, como uma de suas características é a fotossensibilidade, as moléculas de auxina concentram-se nas regiões menos iluminadas das folhas. Assim, em folhas mais iluminadas ocorre maior concentração de auxinas no mesofilo, enquanto em folhas sombreadas, elas são encontradas em toda folha, inclusive na epiderme, o que permite uma maior expansão anticlinal das células no primeiro caso (aumentando, em alguns casos o número de camadas e a densidade celular) e maior expansão periclinal no segundo (aumentando a área foliar em detrimento à espessura foliar).

Porém, no tratamento de 80% de sombreamento com tela preta, devido à limitação de radiação fotossinteticamente ativa incidente (Tabela 5), as plantas apresentaram a menor média entre os tratamentos de sombreamento. Isto porque, conforme Dale (1988), sob baixa incidência de radiação fotossinteticamente ativa, ocorre uma redução na disponibilidade de carboidratos provenientes da fotossíntese, havendo a diminuição da área foliar.

Houve correlação positiva da área foliar total com a massa seca de folhas ($r = 0,96$ e $P > t < 0,0001$) e com o número de folhas ($r = 0,80$ e $P > t < 0,0001$).

Frigeri (2007) observou em plântulas de espécies arbóreas tropicais, sob diferentes níveis de radiação (sombreamento com tela preta), o decréscimo da área foliar com a diminuição do sombreamento, corroborando o resultado deste trabalho. Os resultados encontrados por Araújo (2009), para área foliar de jatobá (*Hymenaea courbaril*) sob diferentes intensidades de sombreamento com tela preta, também concordam com os resultados de Frigeri (2007). Scalon *et al.* (2001), também

encontraram os mesmos resultados, para mudas de pitangueira sob diferentes intensidades de sombreamento com tela preta.

4.2.6 Razão de área foliar

Guabijuzeiros não tiveram sua razão de área foliar (razão entre a área foliar total e a massa seca total) final influenciada pelos tratamentos de sombreamento, atingindo média de $68,04 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. Pitangueiras, uvaieiras e araçazeiros, tiveram comportamento crescente significativo da razão de área foliar final em relação ao aumento da intensidade de sombreamento (Figura 18 A).

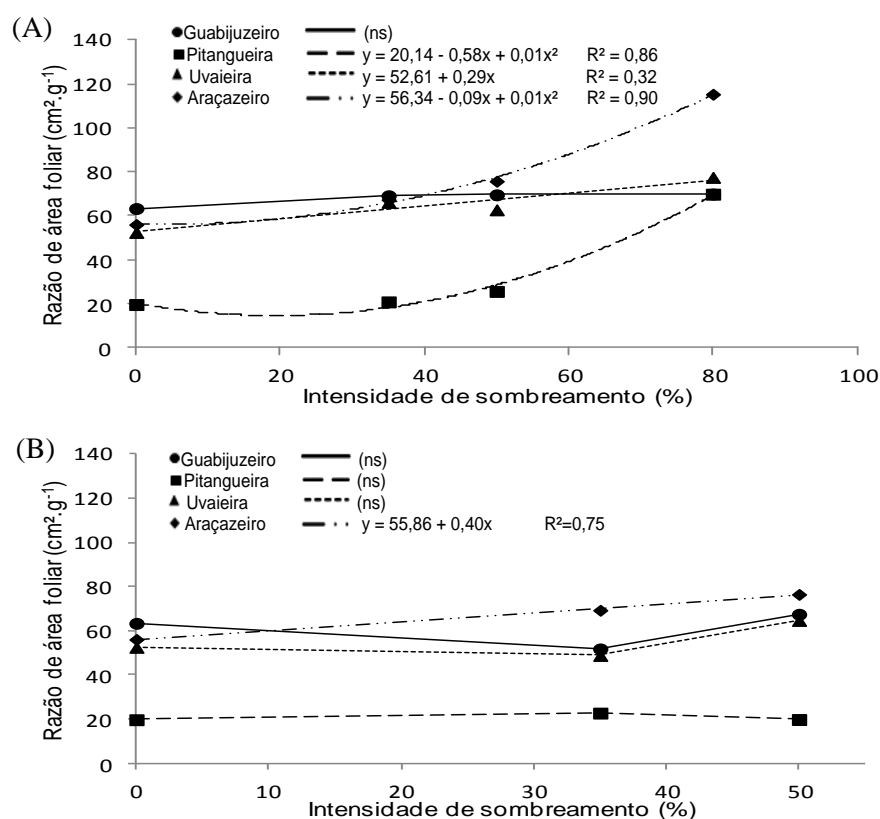


FIGURA 18. Razão de área foliar final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Guabijuzeiros, pitangueiras e uvaieiras não tiveram sua razão de área foliar final influenciada pelos diferentes tratamentos de sombreamento com tela vermelha, apresentando médias de $60,87 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$, $45,03 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$ e $55,32 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$, respectivamente. Para araçazeiros verificou-se um comportamento crescente significativo da razão de área foliar final em relação ao aumento da intensidade de sombreamento (Figura 18 B).

Para a razão de área foliar, ocorreu interação entre os tratamentos de sombreamento e as espécies, conforme se verifica na tabela 11. Mudanças de araçazeiro destacaram-se entre as quatro espécies, apresentando o maior razão de área foliar para todos os tratamentos estudados.

TABELA 11. Razão de área foliar (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de tela	Razão de área foliar ($\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$)				
	Guabijuzeiro	Araçazeiro	Pitangueira	Uvaieira	CV (%)
0% (Sem tela)	A 45,77 bc	AB 40,13 c	B 31,76 c	AB 39,39 b	41,06
35% - Tela Preta	AB 45,21 bc	A 48,00 bc	B 37,30 bc	AB 45,56 b	41,52
50% - Tela Preta	AB 52,46 ab	A 53,88 b	B 44,30 b	AB 45,28 b	36,49
80% - Tela Preta	B 57,28 a	A 81,81 a	A 78,01 a	B 58,60 a	31,81
35% - Tela Vermelha	B 39,30 c	A 53,18 b	B 34,38 bc	B 34,80 b	44,05
50% - Tela Vermelha	AB 47,36 abc	A 51,36 b	C 37,47 bc	BC 39,83 b	42,37
CV (%)	33,30	42,34	54,86	40,14	

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, quando distintas, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O tratamento que propiciou a maior razão de área foliar foi o de 80% de sombreamento com tela preta, diferindo-se significativamente dos demais em mudas de araçazeiro, pitangueira e uvaieira (Tabela 11). Resultado este que concorda com a hipótese de ganho de carbono, proposta por Valladares & Niinemets (2008), a qual propõe que plantas sob sombreamento tendem a apresentar maior área foliar, obtida

através da formação de folhas mais finas com alta área foliar específica e/ou com uma maior fração de massa vegetal em folhas, resultando em uma maior razão de área foliar.

James & Bell (1999), também verificaram que com o aumento do sombreamento há a alocação de maior quantidade de biomassa para as folhas, visando o aumento da interceptação da radiação solar.

Araújo (2009) verificou em mudas de jatobá sob sombreamento com tela preta, que com o aumento da intensidade de sombreamento (67 e 73 %) houve aumento da razão de área foliar, concordando com o resultado observado neste trabalho. Resultado similar também foi encontrado por Frigeri (2007), trabalhando com espécies arbóreas tropicais sob diferentes níveis de radiação (sombreamento com tela preta).

4.2.7 Área foliar específica

Guabijuzeiros, pitangueiras, uvaieiras e araçazeiros apresentaram comportamento crescente significativo da área foliar específica (razão entre a área foliar total e a massa seca de folhas) final em relação ao aumento da intensidade de sombreamento (Figura 19 A).

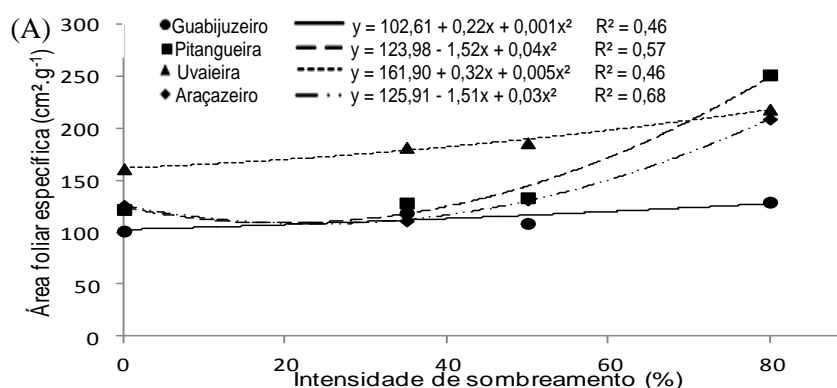
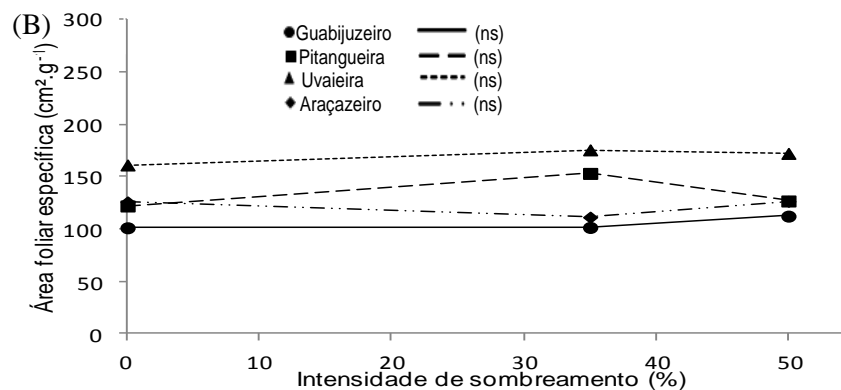


FIGURA 19. Área foliar específica final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = P > 0,05). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.



Continuação FIGURA 19. Área foliar específica final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Guabijuzeiros, pitangueiras, uvaieiras e araçazeiros não tiveram sua área foliar específica final influenciada pelos tratamentos de sombreamento com tela vermelha, atingindo as médias de $105,21 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$, $145,76 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$, $169,87 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$ e $121,43 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$, respectivamente (Figura 19 B).

Para a área foliar específica, ocorreu interação entre os tratamentos de sombreamento e as espécies, conforme se verifica na tabela 12. Mudanças de pitangueira e uvaieira destacaram-se entre as quatro espécies, apresentando a maior área foliar específica para todos os tratamentos estudados.

Para todas as espécies o tratamento que propiciou a maior área foliar específica foi o de 80% de sombreamento com tela preta, como visto também, no item anterior. Porém, para guabijuzeiro, este tratamento não diferiu dos tratamentos de 50% e 35% de sombreamento com tela preta e 0% (sem tela) (Tabela 12).

TABELA 12. Área foliar específica (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de tela	Área foliar específica (cm ² .g ⁻¹)				CV (%)
	Guabijuzeiro	Araçazeiro	Pitangueira	Uvaieira	
0% (Sem tela)	B 108,86 bc	B 114,72 b	AB 123,62 b	A 140,78 b	33,13
35% - Tela Preta	B 94,63 bc	B 111,90 b	A 143,26 b	A 143,35 b	26,16
50% - Tela Preta	B 94,32 bc	A 132,53 b	A 141,82 b	A 153,17 b	23,26
80% - Tela Preta	C 117,63 ab	A 224,72 a	AB 209,04 a	B 190,68 a	25,53
35% - Tela Vermelha	D 86,20 cd	C 128,96 b	B 138,28 b	AB 150,08 b	29,85
50% - Tela Vermelha	B 92,01 cd	A 134,94 b	A 137,84 b	A 143,12 b	23,96
CV (%)	29,16	32,13	23,73	24,13	

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, quando distintas, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Houve correlação negativa entre a área foliar específica e a razão de massa de folhas ($r = -0,077$ e $P < 0,0001$), demonstrando que com o aumento da área foliar tem-se uma diminuição da massa de folhas.

Conforme Lambers & Poorter (1992), com a diminuição da radiação fotossinteticamente ativa, a planta tende a formar folhas mais finas, com menos camadas de células do mesófilo e com maior área foliar específica (o mecanismo de aumento da área foliar total em baixas intensidades de RFA, encontra-se detalhado no item 4.2.5).

Corroborando os resultados aqui encontrados Araújo (2009) constatou que ocorre um aumento da área foliar específica com o aumento do sombreamento, para mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril*) sob diferentes níveis de irradiância. Frigeri (2007) encontrou o mesmo resultado para plântulas de espécies arbóreas tropicais sob diferentes intensidades de sombreamento.

4.2.8 Razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz

Guabijuzeiros tiveram um decréscimo significativo da razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz final, do tratamento 0 % (sem tela) ao 35 % de sombreamento com tela preta, havendo posterior aumento desta, até atingir no tratamento 50 % de sombreamento com tela preta o seu máximo (6,83 g.g⁻¹). Após este máximo atingido, ocorre novo decréscimo até o tratamento de 80 % de sombreamento (Figura 20 A).

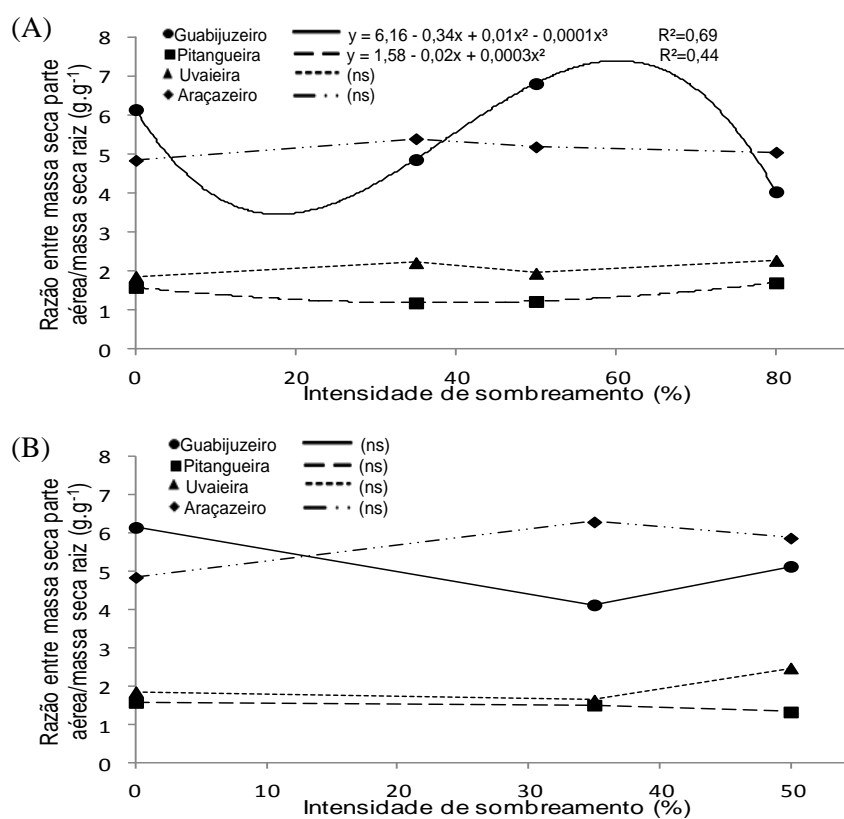


FIGURA 20. Razão entre massa seca da parte aérea e massa seca de raiz final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Em pitangueiras, ocorre um decréscimo significativo da razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz final, até atingir-se o pior tratamento de 35 % de sombreamento sob tela preta ($1,18 \text{ g.g}^{-1}$), havendo posteriormente a este, um novo aumento deste parâmetro atingindo-se no tratamento de sombreamento de 80 % com tela preta ($1,70 \text{ g.g}^{-1}$), o melhor dos tratamentos (Figura 20 A).

Uvaieiras e araçazeiros não foram influenciados pelos tratamentos quanto à razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz final, apresentando médias de $2,08 \text{ g.g}^{-1}$ e $5,13 \text{ g.g}^{-1}$, respectivamente (Figura 20 A).

Sob os tratamentos de sombreamento com tela vermelha, as plantas de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro não tiveram suas razões entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz final influenciadas significativamente por estes, atingindo médias de $5,14 \text{ g.g}^{-1}$, $1,29 \text{ g.g}^{-1}$, $2,00 \text{ g.g}^{-1}$ e $5,68 \text{ g.g}^{-1}$, respectivamente (Figura 20 B).

Para a razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz, não houve diferença significativa entre os tratamentos de sombreamento, sendo a média desta igual a $2,24 \text{ g.g}^{-1}$ (Tabela 13), conforme corroborado pelos resultados obtidos na figura 20. A massa seca da parte aérea, independentemente do tratamento, sempre foi superior a massa seca de raiz.

Verificou-se também, correlação positiva entre a massa seca de parte aérea e a razão de massa seca de parte aérea por massa seca de raiz ($r = 0,82$ e $P > t < 0,0001$).

Apesar de não ter havido diferença significativa na razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz observou-se para todos os tratamentos que mais que o dobro da massa seca de raízes das plantas foi alocado na parte aérea, isto porque, não houve deficiência nutricional e nem hídrica nas plantas, mas uma redução da radiação

fotossinteticamente ativa incidente dentro da estufa em relação à radiação fora da estufa (Tabela 5), levando a uma diminuição da relação vermelho:vermelho-distante. Com isso, as plantas tenderam a alocar maior massa seca para a parte aérea, visando à compensação do recurso em escassez no ambiente, a radiação fotossinteticamente ativa incidente. Conforme Poorter *et al.* (2011), as plantas sob uma menor intensidade luminosa tendem a buscar o “equilíbrio funcional”, ou seja, tendem a alocar maior biomassa para a parte aérea, visando à absorção do fator limitante, a radiação. As maiores médias foram encontradas nos tratamentos de 50% de sombreamento com tela preta e vermelha (Tabela 13), corroborando os resultados encontrados nos subitens 4.2.1. e 4.2.4., onde se verificaram nestes tratamentos, maiores comprimentos de parte aérea e maior número de folhas em resposta ao sombreamento, respectivamente.

TABELA 13. Razão entre massa seca da parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores (três coletas). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de Tela	Razão entre MSPA/MSR (g.g ⁻¹)
0% (Sem tela)	2,18
35% - Tela Preta	2,10
50% - Tela Preta	2,53
80% - Tela Preta	2,22
35% - Tela Vermelha	2,16
50% - Tela Vermelha	2,25
Média	2,24
CV (%)	43,33

Ausência de letras indica que não há diferença significativa das médias na coluna, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Henrique *et al.* (2011), trabalhando com mudas de café sob telas de diferentes cores com sombreamento de 50 %, também não obtiveram diferenças significativas entre as plantas sob tela preta e vermelha, quanto a razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz. Frigeri (2007) estudando plântulas de espécies arbóreas

tropicais sob diferentes níveis de sombreamento, observaram que com a diminuição da irradiância ocorre uma redução da razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz, contrariando o resultado obtido neste trabalho.

4.2.9 Massa seca de folhas

Guabijuzeiros sob tela preta apresentaram incremento significativo da massa seca de folhas final com o aumento da intensidade de sombreamento, obtendo-se no tratamento de 50 % de sombreamento, a maior massa e no de 80 % de sombreamento, a menor (Figura 21 A).

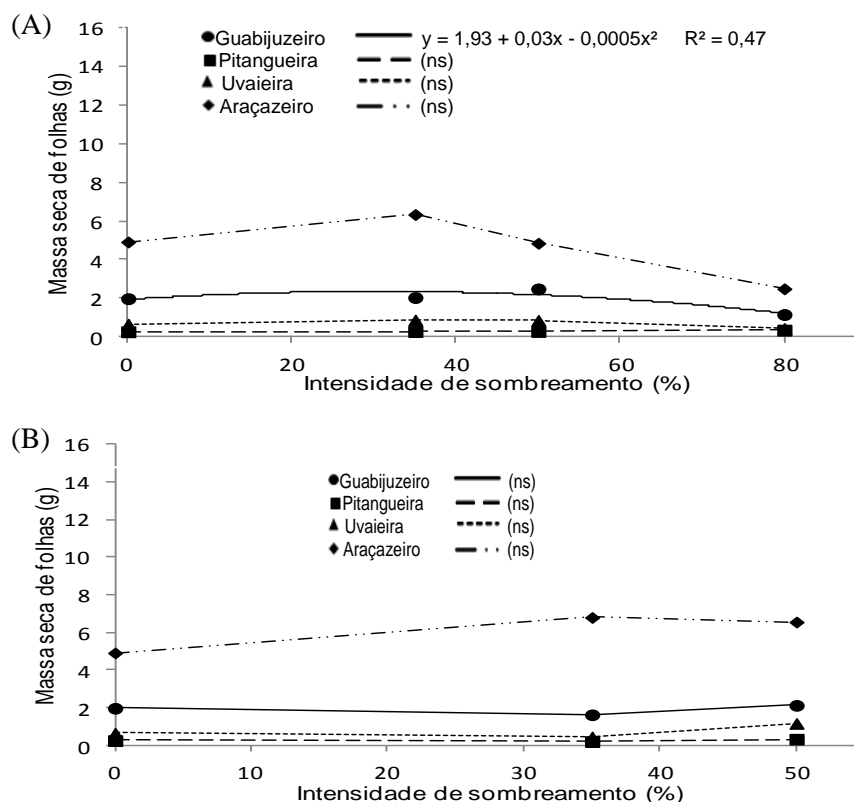


FIGURA 21. Massa seca de folhas final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Em pitangueiras, uvaieiras e araçazeiros não houve influência dos tratamentos de sombreamento sobre a massa seca de folhas final destas, atingindo-se médias de 0,42 g, 0,70 g e 4,65 g, respectivamente (Figura 21 A).

Guabijuzeiros, pitangueiras, uvaieiras e araçazeiros sob tela vermelha não sofreram influência dos tratamentos de sombreamento sobre sua massa seca de folhas final, atingindo médias de 1,91 g, 0,32 g, 0,76 g e 6,10 g, respectivamente (Figura 21 B).

Quanto à massa seca de folhas o melhor tratamento foi o de 50 % de sombreamento sob tela vermelha, diferindo significativamente este do tratamento de 80 % de sombreamento com tela preta, sendo o primeiro superior ao segundo, conforme também se observa na figura 21. Os demais tratamentos de sombreamento não diferiram dos dois citados anteriormente (Tabela 14).

TABELA 14. Massa seca de folhas (três coletas) em mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de Tela	Massa seca de folhas (g)
0% (Sem tela)	1,00 ab
35% - Tela Preta	1,18 ab
50% - Tela Preta	1,14 ab
80% - Tela Preta	0,61 b
35% - Tela Vermelha	1,13 ab
50% - Tela Vermelha	1,25 a
CV (%)	45,12

Letras minúsculas na coluna quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Conforme Boardman (1977), para plantas cultivadas em altas intensidades luminosas, existem diferenças na anatomia foliar em relação às plantas cultivadas em baixas intensidades de luz. A luz provoca um desenvolvimento maior do parênquima paliádico (podendo haver mais de uma camada deste) e esponjoso, resultando em

folhas mais grossas. Em folhas sob baixas intensidades luminosas há o desenvolvimento de poucas camadas de mesofilo (parênquima paliçádico e esponjoso), com células menores e menos feixes vasculares, levando a formação de folhas mais finas. Algumas destas características podem ser observadas no subitem 4.4, intitulado Aspectos Anatômicos, neste trabalho.

Verificou-se que as folhas expostas ao tratamento de 50% de sombreamento com tela vermelha apresentaram o maior investimento em estruturas celulares foliares que as expostas ao sombreamento de 80% com tela preta, corroborando o observado pelo autor citado anteriormente, pois, no primeiro tratamento, além de ter ocorrido uma maior disponibilidade de RFA (Tabela 5) também, houve o aproveitamento da maior disponibilidade de luz nos comprimentos de onda vermelho e vermelho-distante (Figura 13), preferencialmente absorvidos pelos fotossistemas II e I, respectivamente, para a fixação de carbono. Havendo, portanto, um maior aporte de açúcares para síntese de estruturas celulares foliares, no tratamento de 50% de sombreamento com tela vermelha.

Câmara & Endres (2008), também observaram para sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e chichá (*Sterculia foetida*) sob diferentes intensidades de sombreamento com tela preta, menores massas secas de folhas para maiores níveis de sombreamento (92 %). Henrique *et al.* (2011), observaram em mudas de café sob diferentes cores de telas com sombreamento de 50 %, que sob as telas preta e vermelha as plantas apresentaram maior massa seca de folhas, com as plantas sob tela vermelha tendo maiores médias em relação à tela preta, corroborando os resultados encontrados neste experimento.

4.2.10 Razão de massa seca de folhas

Guabijuzeiros apresentaram um decréscimo significativo do tratamento 0 % (sem tela) ao tratamento 35 % de sombreamento com tela preta, quanto à razão de massa seca de folhas final (razão entre a massa seca de folhas e a massa seca total), com posterior aumento, atingindo no tratamento de 50 % de sombreamento, o melhor tratamento para esta razão (0,64 g.g⁻¹). Posteriormente, no tratamento 80 % de sombreamento, a espécie atingiu sua pior razão de massa seca de folhas final (0,54 g.g⁻¹), conforme se verifica na figura 22 A. Em pitangueiras houve um comportamento crescente significativo da razão de massa seca de folhas final em relação ao aumento da intensidade de sombreamento.

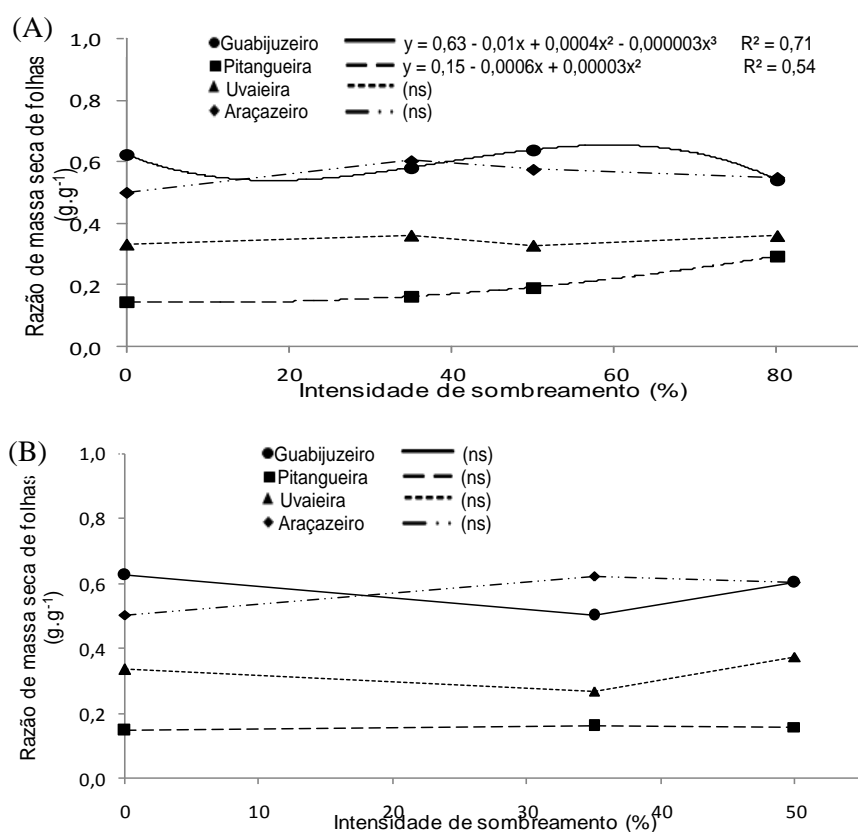


FIGURA 22. Razão de massa seca de folhas final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

As plantas de uvaieira e araçazeiro não foram influenciadas pelo aumento da intensidade de sombreamento com tela preta, quanto a sua razão de massa seca de folhas final, atingindo médias de $0,35 \text{ g.g}^{-1}$ e $0,56 \text{ g.g}^{-1}$, respectivamente (Figura 22 A).

Sob tela vermelha, guabijuzeiros, pitangueiras, uvaieiras e araçazeiros, não tiveram sua razão de massa seca de folhas influenciada pelos tratamentos de sombreamento, obtendo-se para estas as médias de $0,58 \text{ g.g}^{-1}$, $0,30 \text{ g.g}^{-1}$, $0,32 \text{ g.g}^{-1}$ e $0,58 \text{ g.g}^{-1}$, respectivamente (Figura 22 B).

Quanto à razão de massa seca de folhas, ocorreu interação entre os tratamentos de sombreamento e as espécies, conforme se verifica na tabela 15. Mudanças de guabijuzeiro destacaram-se entre as quatro espécies, apresentando maior razão de massa seca de folhas para todos os tratamentos estudados.

TABELA 15. Razão de massa seca de folhas (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de tela	Razão de massa seca de folhas (g.g^{-1})				
	Guabijuzeiro	Araçazeiro	Pitangueira	Uvaieira	CV (%)
0% (Sem tela)	A 0,47 b	B 0,35 b	C 0,25 b	C 0,28 ab	44,60
35% - Tela Preta	A 0,46 b	A 0,44 a	C 0,25 b	B 0,31 a	36,77
50% - Tela Preta	A 0,55 a	B 0,43 ab	C 0,31 ab	C 0,29 a	38,11
80% - Tela Preta	A 0,49 b	B 0,38 b	BC 0,35 a	C 0,31 a	30,64
35% - Tela Vermelha	A 0,42 b	A 0,45 a	B 0,25 b	B 0,22 b	43,41
50% - Tela Vermelha	A 0,49 b	B 0,41 b	C 0,27 b	C 0,30 a	39,67
CV (%)	20,73	37,25	40,45	25,93	

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, quando distintas, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Apesar da grande variabilidade de comportamento entre as espécies para a razão de massa seca de folhas, observou-se maiores razões para as mudas sob telas pretas de sombreamento, de uma forma geral (Tabela 15).

Neste trabalho, mesmo as folhas sombreadas sendo finas, elas perfizeram a maior parte das mudas, em termos de biomassa (um terço ou mais da biomassa total), pois, provavelmente houve maior alocação de biomassa para as folhas, visando o aumento da área de captação da radiação, em detrimento a alocação de biomassa para raízes e caule.

Scalon *et al.* (2001), trabalhando com mudas de pitangueira sob diferentes intensidades de sombreamento, não verificaram diferenças entre os tratamentos de sombreamento, para razão de massa foliar, contrariando os resultados encontrados neste trabalho. Frigeri (2007) observou em espécies arbóreas tropicais sob diferentes níveis de sombreamento, que estas aumentam sua razão de massa foliar, como o aumento do sombreamento, concordando com os resultados encontrados neste trabalho.

4.2.11 Massa seca total

Guabijuzeiros sob tela preta apresentaram aumento significativo de massa seca total final até o tratamento de sombreamento de 50 % (3,86 g), após este, verificou-se um decréscimo até ser atingido no tratamento de 80 % de sombreamento o seu mínimo (2,09 g). As plantas de pitangueira não tiveram sua massa seca total final influenciada pelos tratamentos de sombreamento, estas atingindo uma média de 1,13 g. Uvaieiras tiveram o mesmo comportamento dos guabijuzeiros, atingindo no tratamento de 50 % de sombreamento com tela preta a maior massa seca total final (2,53 g) e no de 80 % de sombreamento com tela preta a menor massa (1,15 g). Plantas de araçazeiro apresentaram um aumento significativo de massa seca total final até o tratamento de 35 % de sombreamento com tela preta (10,58 g), com posterior decréscimo desta até o

tratamento de 80 % de sombreamento com tela preta (4,50 g), o qual foi o pior tratamento (Figura 23 A).

Guabijuzeiros, pitangueiras, uvaieiras e araçazeiros, sob tela vermelha, não tiveram sua massa seca total final influenciada pelos tratamentos de sombreamento, atingindo médias de 3,23 g, 1,12 g, 2,14 g e 10,31 g, respectivamente (Figura 23 B).

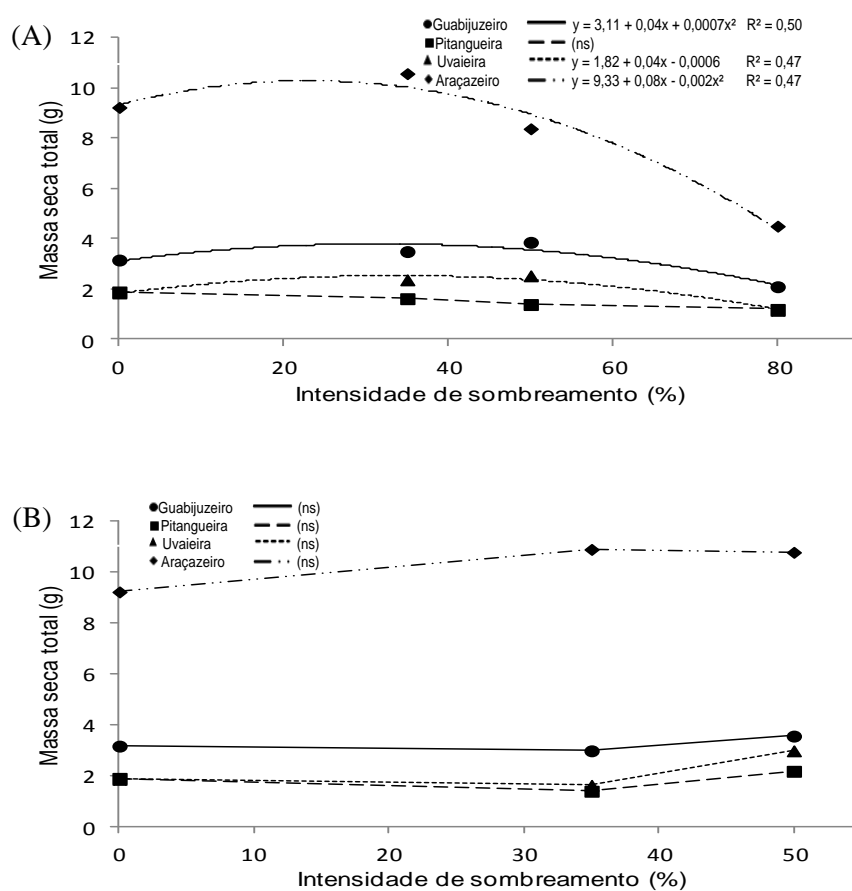


FIGURA 23. Massa seca total final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

As plantas sob o tratamento de sombreamento de 80 % com tela preta diferem significativamente das demais, sendo as que apresentam a menor massa seca total (Tabela 16). Este resultado também foi encontrado na figura 23. Isto porque, as plantas

sob o tratamento de 80 % de sombreamento encontram-se sob a menor disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa incidente entre os tratamentos, conforme verificado na tabela 5, o que limita a atividade fotossintética destas plantas e conseqüentemente a fixação de carbono. Poorter *et al.* (2011) destacam que plantas cultivadas em baixa irradiância, fixam quantidades relativamente pequenas de carbono na fotossíntese, elas também exigem menos nutrientes do que as plantas de alta luminosidade, por causa de um crescimento mais lento e usam menos água, devido à diminuição da condutância estomática.

TABELA 16. Massa seca total (três coletas) de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de Tela	Massa seca total (g)
0% (Sem tela)	2,50 a
35% - Tela Preta	2,65 a
50% - Tela Preta	2,55 a
80% - Tela Preta	1,42 b
35% - Tela Vermelha	2,55 a
50% - Tela Vermelha	2,90 a
CV (%)	41,11

Letras minúsculas na coluna quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Santos *et al.* (2010), verificaram em mudas de *Eucalyptus grandis* expostas a diferentes níveis de sombreamento com tela preta, que suas massas secas de folha, caule e raiz (massa seca total) foram inferiores no tratamento de 70 % de sombreamento (maior sombreamento do experimento), bem como observado para o tratamento de 80 % deste experimento. O mesmo foi observado para massa seca total em (pau-de-balsa) *Ochroma lagopus* sob o tratamento de 70 % de sombreamento com tela preta (Campos & Uchida, 2002). Almeida *et al.* (2005), em jatobá (*Hymenaea courbaril*) e fedegoso (*Senna macranthera*) sob sombreamento de 0 %, 35 % e 50 % com tela preta, não

observaram diferença significativa quanto à massa seca, concordando com os resultados encontrados para 0 %, 35 % e 50 % de sombreamento com tela preta, neste trabalho.

4.3 Parâmetros fisiológicos

4.3.1 Relação clorofila a/b

Guabijuzeiros tiveram decréscimo significativo da relação clorofila *a/b* final com o aumento da intensidade de sombreamento, com tela preta. Para pitangueira, uvaieira e araçazeiro, a relação clorofila *a/b* não foi influenciada pelos tratamentos de sombreamento com tela preta, atingindo médias de 1,75, 1,90 e 1,67 ICF.ICF⁻¹, respectivamente (Figura 24 A).

Sob tela vermelha, guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro não tiveram sua relação de clorofila *a/b* final influenciada pelos tratamentos de sombreamento, atingindo médias de 1,70, 1,79, 2,66 e 1,49 ICF.ICF⁻¹, respectivamente (Figura 24 B).

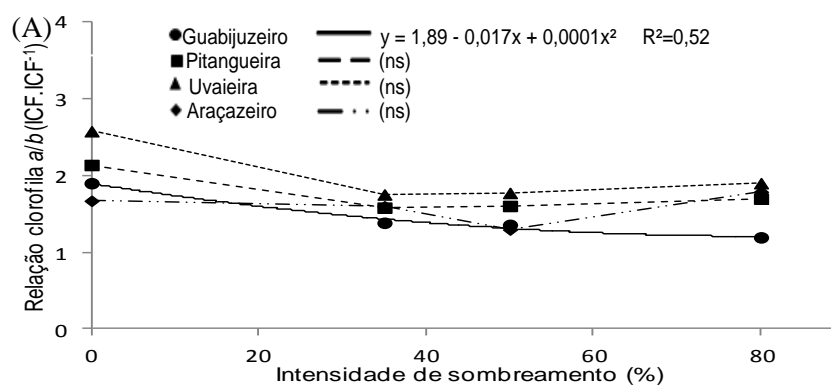
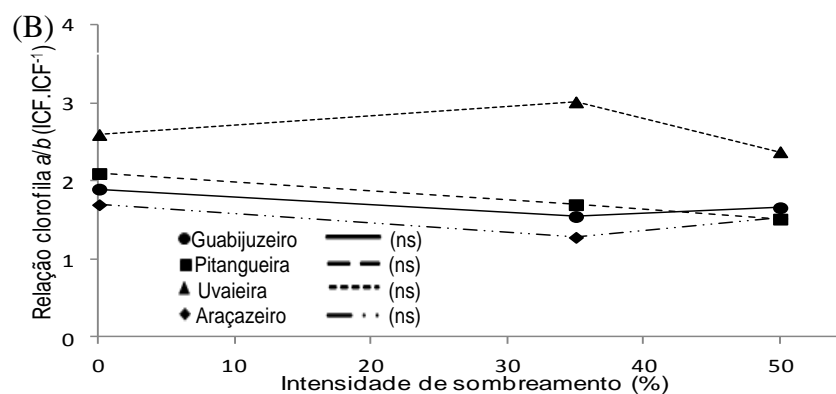


FIGURA 24. Relação clorofila *a/b* final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.



Continuação FIGURA 24. Relação clorofila a/b final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

As plantas das espécies estudadas, sob o tratamento de 0 % de sombreamento, foram superiores às demais quanto à razão de clorofila a/b , conforme também observado na figura 24, não diferindo significativamente daquelas sob o tratamento de 50 % de sombreamento com tela vermelha, conforme se observa na tabela 17.

TABELA 17. Razão de clorofilas a/b final em folhas de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de Tela	Razão de clorofilas a/b final (ICF)
0% de Sombreamento	2,07 a
35% - Tela Preta	1,58 b
50% - Tela Preta	1,51 b
80% - Tela Preta	1,65 b
35% - Tela Vermelha	1,54 b
50% - Tela Vermelha	1,77 ab
CV (%)	17,56

Letras minúsculas na coluna quando distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Conforme Boardman (1977) A proporção de clorofila b aumenta à medida que a intensidade da luz é reduzida. Isto porque, com o sombreamento ocorre a redução da

incidência de luz na faixa do espectro visível (Tabela 5), levando as folhas a se comportarem como folhas de sombra. Estas se aclimatam ao novo ambiente lumínico apresentando mais clorofila *b* por centro de reação, resultando em uma menor razão clorofila *a/b*. A necessidade de captação de mais luz em um ambiente com baixa incidência luminosa faz a planta investir em maior produção de clorofila *b*, a qual é responsável pela captação da luz e transferência da energia desta à clorofila *a*, no complexo antena (Taiz & Zeiger, 2009).

Entre a clorofila *a* e *b*, obteve-se correlação positiva ($r = 0,57$ e $P > t < 0,0001$), bem como, destas com a clorofila total ($r = 0,88$ e $P > t < 0,0001$). Porém, entre a clorofila *b* e a razão clorofila *a/b* observou-se correlação negativa ($r = -0,71$ e $P > t < 0,0001$), que em conformidade com os resultados da tabela 17, evidencia que com o aumento do sombreamento ocorre um aumento do teor de clorofila *b* e consequente redução da relação clorofila *a/b*. A correlação entre a clorofila total e a razão clorofila *a/b*, também foi negativa ($r = -0,38$ e $P > 0,0002$), mostrando que os aumentos de clorofila total deveram-se principalmente aos aumentos do teor de clorofila *b*.

Almeida *et al.* (2005), estudando o efeito do sombreamento (0 %, 30 % e 50 %) com tela preta, sobre o desenvolvimento de mudas de quatro espécies vegetais, verificaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a razão de clorofilas *a/b* em moreira, jatobá e fedegoso, contrariando os resultados encontrados neste trabalho. Porém, para acácia, eles obtiveram resultados semelhantes aos encontrados neste, havendo o aumento da razão de clorofilas *a/b* com o aumento da intensidade luminosa. Rego & Possamai (2006), trabalhando com jequitibá-rosa sob diferentes intensidades de sombreamento, não verificaram interação significativa entre

as intensidades luminosas e à razão clorofila *a/b*, contrariando os resultados obtidos neste experimento.

4.3.2 Teor de clorofila total

Guabijuzeiros, pitangueiras e araçazeiros sob tela preta, não tiveram seu teor de clorofila total final influenciado pelo aumento da intensidade de sombreamento, atingindo médias de 53,72 ICF, 49,46 ICF e 56,11 ICF, respectivamente.

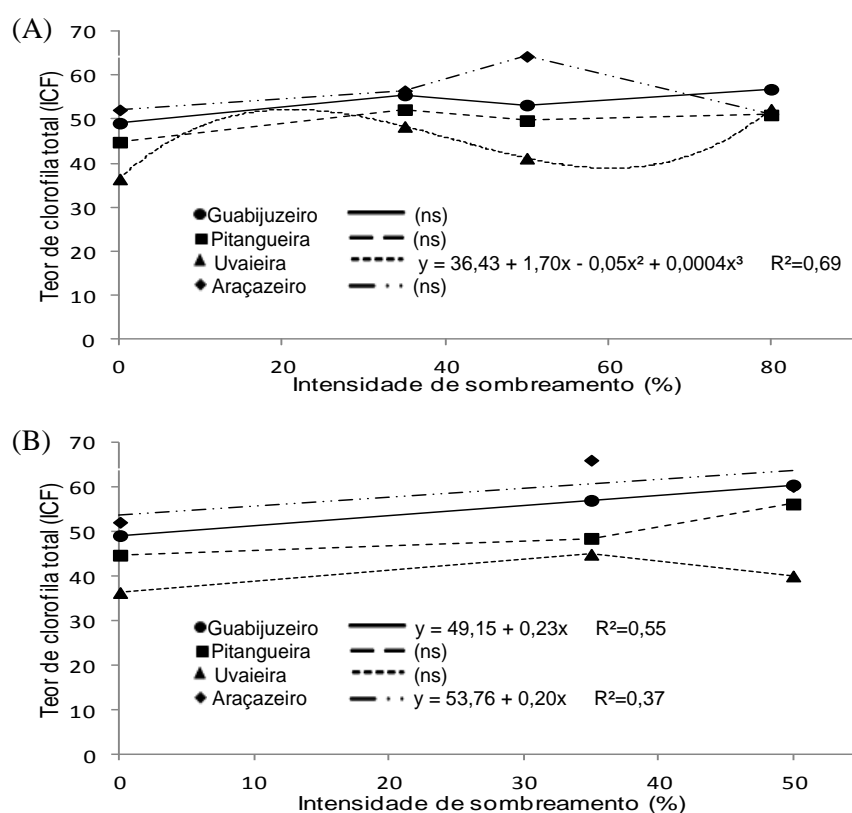


FIGURA 25. Teor de clorofila total final de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Uvaieiras tiveram um aumento significativo do teor de clorofila total final em relação ao aumento da intensidade de sombreamento até os 20 %, quando se estabeleceu

um decréscimo até o tratamento de 50 %, a partir do qual se notou novo aumento, atingindo-se no tratamento de 80 % de sombreamento o maior teor de clorofila total final (52,33 ICF), para esta espécie (Figura 25 A).

Guabijuzeiros e araçazeiros sob telas vermelhas tiveram aumento significativo do teor de clorofila total final com o aumento da intensidade de sombreamento. Pitangueiras e Uvaieiras não tiveram seu teor de clorofila total final influenciado pelos diferentes tratamentos de sombreamento, atingindo médias de 49,90 ICF e 40,52 ICF, respectivamente (Figura 25 B).

Ocorreu interação entre os tratamentos de sombreamento e as espécies, conforme se verifica na tabela 18, para o teor de clorofila total final. As espécies sob os tratamentos de sombreamento 0 %, 35 % e 80 % com tela preta, não diferiram significativamente entre si quanto ao teor de clorofila total final, atingindo médias de 45,65 ICF, 53,20 ICF e 52,89 ICF, respectivamente.

TABELA 18. Teor de clorofila total final em folhas de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de tela	Teor de clorofila total final (ICF)				
	Guabijuzeiro	Araçazeiro	Pitangueira	Uvaieira	CV (%)
0% (Sem tela)	49,15	52,18	44,83	36,43	18,21
35% - Tela Preta	55,58	56,55	52,25	48,40	14,22
50% - Tela Preta	AB 53,28	A 64,38	AB 49,75	B 41,15	20,13
80% - Tela Preta	56,88	51,33	51,03	52,33	10,15
35% - Tela Vermelha	AB 57,13	A 66,15	B 48,58	B 44,17	21,12
50% - Tela Vermelha	A 60,58	A 60,25	A 56,30	B 40,13	18,07
CV (%)	13,41	12,77	14,62	17,76	

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, quando distintas, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Ausência de letras indica que não há diferença significativa das médias na linha ou, na coluna, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Araçazeiros sob os tratamentos de sombreamento de 50 % com tela preta e vermelha e, 35 % com tela vermelha diferiram-se significativamente das uvaieiras, sendo superiores a estas quanto ao teor de clorofila total final. As plantas de araçazeiro foram também superiores às pitangueiras sob o tratamento de sombreamento de 35 % com tela vermelha, havendo diferença significativa entre estas. Guabijuzeiros, araçazeiros e pitangueiras foram superiores às uvaieiras, sob o tratamento de sombreamento de 50 % com tela vermelha, quanto ao teor de clorofila total final (Tabela 18).

Apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre os tratamentos, observou-se o aumento no teor de clorofila total, com o sombreamento, denotando-se então, que a intensidade de radiação solar incidente sobre as plantas tem influência nos teores médios de clorofila total. Isto é corroborado por Kramer & Kozlowski (1979), os quais descreveram que a clorofila é constantemente sintetizada e destruída na presença de luz e, sob intensidades luminosas muito altas, a velocidade de decomposição é maior, sendo o equilíbrio estabelecido a uma concentração mais baixa.

Almeida *et al.* (2005), estudando o efeito do sombreamento (0 %, 30 % e 50 %) com tela preta, sobre o desenvolvimento de mudas de acácia, verificaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para o teor de clorofila total, conforme os resultados também encontrados aqui para guabijuzeiro, araçazeiro, pitangueira e uvaieira (Tabela 18). Em mudas de jequitibá-rosa sob diferentes intensidades de sombreamento com tela preta, foram obtidos resultados diferentes aos do presente trabalho, havendo um aumento do teor de clorofila total, como o aumento do sombreamento (Rego & Possamai, 2006). Henrique *et al.* (2011), trabalhando com mudas de café sob o sombreamento de 50 %, com diferentes cores de tela, não

verificaram diferença significativa entre as mudas sob tela preta e vermelha, quanto ao teor de clorofila total, confirmando os resultados encontrados para guabijuzeiro, araçazeiro, pitangueira e uvaieira (Tabela 18).

4.3.3 Teor de substâncias de reserva de parte aérea

As plantas de guabijuzeiro apresentaram decréscimo significativo do teor de substâncias de reserva final de parte aérea com o aumento da intensidade de sombreamento. Pitangueiras tiveram aumento significativo do teor de substâncias de reserva final de parte aérea até 20 % de intensidade de sombreamento, havendo decréscimo posterior deste, nos tratamentos de 35 % e 50 % de sombreamento com tela preta, tendo-se posteriormente, um novo aumento deste até atingir seu maior valor, no tratamento de 80 % de sombreamento (27,44 %) (Figura 26 A).

Uvaieiras e araçazeiros não tiveram seu teor de substâncias de reserva final de parte aérea influenciado pelos diferentes tratamentos de sombreamento, atingindo médias de 25,39 % e 28,43 %, respectivamente (Figura 26 A).

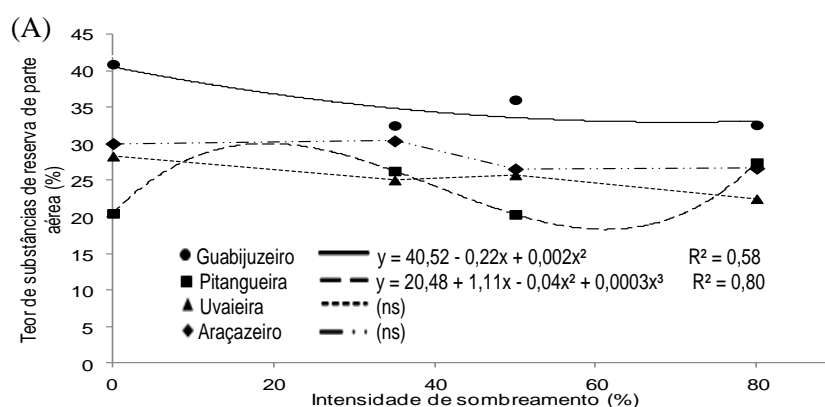
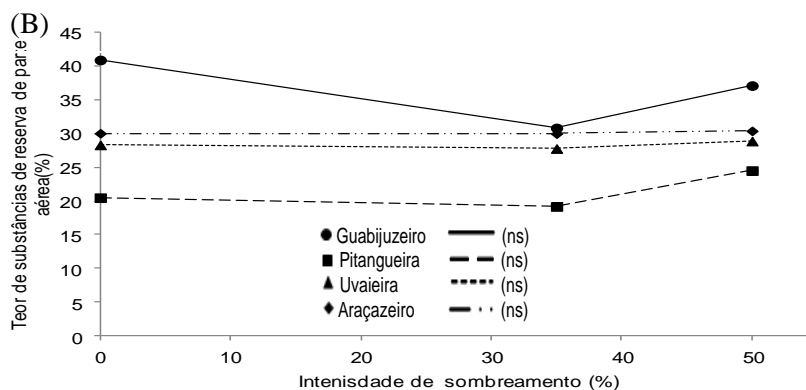


FIGURA 26. Teor de substância de reserva final de parte aérea (folhas, caule e ramos) de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.



Continuação FIGURA 26. Teor de substância de reserva final de parte aérea (folhas, caule e ramos) de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro, não tiveram seu teor de substâncias de reserva final de parte aérea, influenciado pelos diferentes tratamentos de sombreamento, tendo-se para estas, as seguintes médias: 36,29 %, 21,39 %, 28,32 % e 30,14 %, respectivamente (Figura 26 B).

Ocorreu interação entre os tratamentos de sombreamento e as espécies, conforme se verifica na tabela 19, para o teor de substância de reserva final de parte aérea. Guabijuzeiros foram superiores às demais espécies sob os diferentes tratamentos de sombreamento quanto ao teor de substância de reserva final de parte aérea, conforme também verificado na figura 26, não se diferindo significativamente dos araçazeiros sob o tratamento de 35 % com tela preta, dos araçazeiros e das pitangueiras sob o tratamento de 80 % com tela preta e, dos araçazeiros e das uvaieiras sob o tratamento de 35 % com tela vermelha, conforme se observa na tabela 19.

TABELA 19. Teor de substâncias de reserva final de parte aérea de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de tela	Teor de substâncias de reserva final de parte aérea (%)				CV (%)
	Guabijuzeiro	Araçazeiro	Pitangueira	Uvaieira	
0% (Sem tela)	A 40,92 a	B 30,04	C 20,48 bc	B 28,31 ab	26,12
35% - Tela Preta	A 32,52 bc	AB 30,41	B 26,29 ab	B 25,03 ab	12,76
50% - Tela Preta	A 36,04 abc	B 26,57	C 20,33 bc	BC 25,74 ab	23,58
80% - Tela Preta	A 32,60 bc	AB 26,67	AB 27,44 a	B 22,48 b	14,22
35% - Tela Vermelha	A 30,83 c	A 29,99	C 19,18 c	A 27,78 ab	18,37
50% - Tela Vermelha	A 37,13 ab	B 30,40	B 24,51 abc	B 28,88 a	16,16
CV (%)	11,04	9,35	15,68	9,64	

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, quando distintas, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Ausência de letras indica que não há diferença significativa das médias na coluna, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para guabijuzeiros, o tratamento de 0 % de sombreamento foi superior aos demais quanto ao teor de substância de reserva final de parte aérea (Figura 26), diferindo-se significativamente dos tratamentos de sombreamento de 35 % e 80 % com tela preta e, 35 % com tela vermelha (Tabela 19).

Pelo observado, as substâncias de reserva produzidas na parte aérea foram utilizadas para investimento na própria parte aérea, em detrimento da raiz (Tabela 19). A diminuição dos teores de substâncias de reserva com o aumento do sombreamento pode ser explicada pela menor atividade de enzima rubisco em condições de pouca luz, pois conforme descrito em Taiz & Zeiger (2009), esta enzima tem sua atividade regulada pela disponibilidade de luz. Além disso, conforme verificado por Zavala & Ravetta (2001), em baixos níveis de radiação é verificada uma realocação da energia disponível para a síntese de proteínas, que estão envolvidas na fotossíntese, diminuindo assim, os teores de carboidratos na parte aérea. Também, foi verificado no subitem 4.4 Aspectos anatômicos (Guabijuzeiro), deste trabalho, que com o aumento do sombreamento, houve um aumento dos espaços intercelulares do parênquima esponjoso, os quais aumentam as interfaces entre ar e água que refletem e refratam a luz (difusão

da luz), tornando maior a probabilidade de absorção do fóton incidente, sendo esta uma característica de aclimação à diminuição da intensidade da radiação fotossinteticamente ativa incidente do guabijuzeiro, que é uma espécie esciófila. Este aumento dos espaços intercelulares, porém, diminui o número de células do parênquima esponjoso, conseqüentemente diminui também, os locais de síntese das substâncias de reserva e com isso, os teores de substâncias de reserva decrescem. Juntamente a isso, com o aumento do sombreamento ocorre também, a síndrome de evitação à sombra (Tabela 6), na qual ocorre o alongamento do caule, através da proliferação e expansão celulares, o que consome substâncias de reserva e contribui para a diminuição destas.

Nas espécies subsequentes, não foi verificada aclimação à diminuição da intensidade da radiação fotossinteticamente ativa incidente, como ocorreu para o guabijuzeiro, até porque, estas são classificadas como espécies heliófilas. Nestas espécies os teores de substâncias de reserva foram inferiores ao guabijuzeiro e se comportaram de forma diferente entre os tratamentos, isto porque, nesta espécie a área foliar específica foi menor que nas demais espécies (Tabela 16), evidenciando uma maior proliferação celular no sentido anticlinal. Juntamente a isso, os guabijuzeiros apresentaram o maior teor de clorofila total entre as espécies estudadas, mostrando uma maior capacidade fotossintética e conseqüentemente uma maior capacidade de síntese de substâncias de reserva, em relação às demais espécies.

Araçazeiros não tiveram seu teor de substâncias de reserva final de parte aérea influenciado pelos diferentes tratamentos de sombreamento, não havendo diferença significativa entre estes, apresentando média de 29,02 %.

Pitangueiras sob o tratamento de sombreamento de 80% com tela preta foram superiores às sob os tratamentos de 0 % (sem tela), 50 % com tela preta e 35 % com tela

vermelha, diferindo-se significativamente destes, quanto aos seu teor de substâncias de reserva final de parte aérea.

Uvaieiras sob o tratamento de 50 % de sombreamento com tela vermelha foram superiores aos demais tratamentos quanto ao teor de substâncias de reserva final de parte aérea, diferindo-se significativamente das plantas sob o tratamento de 80 % de sombreamento com tela preta (Tabela 19).

Para teores de carboidratos (açúcares solúveis totais) foliares, em café, sob diferentes cores de tela com 50 % de sombreamento, Henrique *et al.* (2011) verificaram um maior teor de carboidratos de parte aérea em mudas sob tela vermelha, corroborando o resultado encontrado em uvaieira, neste trabalho (Tabela 19). Frigeri (2007) trabalhando com diferentes espécies arbóreas tropicais, sob dois níveis de sombreamento (98 % e 50 %) com tela preta, não verificou diferença significativa entre os tratamentos para *Erythrina*, quanto ao teor de amido foliar, o que também foi verificado em araçazeiro e uvaieira (Tabela 19).

4.3.4 Teor de substâncias de reserva de raiz

Guabijuzeiros, pitangueiras, uvaieiras e araçazeiros não tiveram seu teor de substâncias de reserva final de raiz influenciado pelos diferentes tratamentos de sombreamento, atingindo médias de 41,25 %, 22,46 %, 19,25 % e 24,41 %, respectivamente (Figura 27 A).

Sob tela vermelha as espécies, anteriormente citadas, também não tiveram seu teor de substâncias de reserva final de raiz influenciado pelos diferentes tratamentos, atingindo médias de 15,04 %, 23,18 %, 19,10 % e 21,17 %, respectivamente (Figura 27 B).

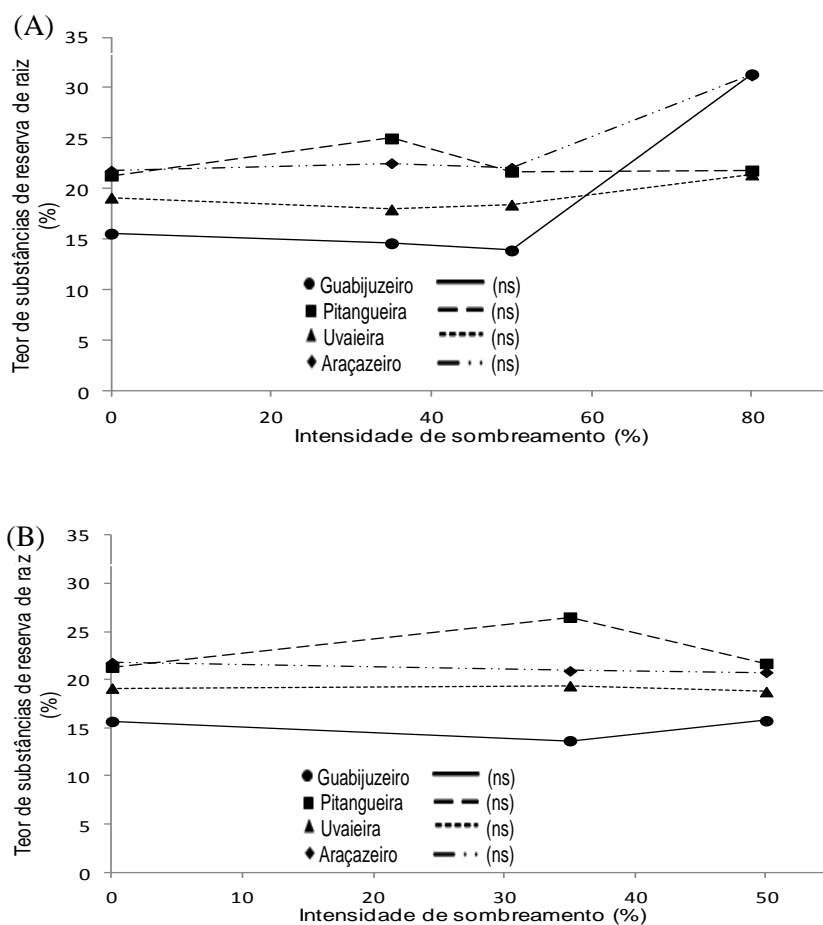


FIGURA 27. Teor de substâncias de reserva final de raiz de guabijuzeiro, pitangueira, uvaieira e araçazeiro (ns = $P > 0,05$). (A) Plantas sob tela preta e; (B) Plantas sob tela vermelha. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Houve interação entre os tratamentos de sombreamento e as espécies, conforme se verifica na tabela 20, para o teor de substâncias de reserva final de raiz. A pitangueira destacou-se entre as espécies apresentando teores elevados de substâncias de reserva finais de raiz e diferindo-se significativamente do guabijuzeiro, em todos os tratamentos, conforme se verifica na tabela 20. O guabijuzeiro foi a espécie que apresentou as menores médias de teor de substâncias de reserva entre as espécies, isto porque, conforme discutido no subitem anterior, os guabijuzeiros investiram no

aumento da capacidade fotossintética, alocando a maior parte de suas substâncias de reserva para a parte aérea.

TABELA 20. Teor de substâncias de reserva final de raiz de mudas de araçazeiro, guabijuzeiro, pitangueira e uvaieira, sob telas de diferentes intensidades de sombreamento e cores. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Intensidade de sombreamento – Cor de tela	Teor de substâncias de reserva final de raiz (%)				
	Guabijuzeiro	Araçazeiro	Pitangueira	Uvaieira	CV (%)
0% (Sem tela)	B 15,58	A 21,79	A 21,32 b	AB 19,14	15,51
35% - Tela Preta	C 14,63	AB 22,54	A 24,99 ab	BC 17,97	21,49
50% - Tela Preta	B 13,92	A 22,09	A 21,71 b	AB 18,45	18,61
80% - Tela Preta	B 13,52	A 20,47	A 21,82 b	A 21,43	20,01
35% - Tela Vermelha	C 13,68	B 20,93	A 26,51 a	B 19,38	24,15
50% - Tela Vermelha	B 15,75	A 20,78	A 21,71 b	AB 18,78	14,19
CV (%)	11,98	5,60	10,43	8,72	

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, quando distintas, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Ausência de letras indica que não há diferença significativa das médias na coluna, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não houve diferença significativa de teor de substâncias de reserva final de raiz entre os tratamentos de sombreamento em guabijuzeiro, araçazeiro e uvaieira, atingindo estes, médias de 14,51 %, 21,43 % e 19,19 %, respectivamente.

Em pitangueira, as plantas sob o tratamento de 35 % de sombreamento com tela vermelha, foram superiores às demais, conforme também verificado na figura 27, não se diferenciando significativamente das sob o tratamento de 35 % com tela preta (Tabela 20).

Não houve correlação entre teor de substâncias de reserva da parte aérea e radicial.

Nestes tratamentos houve uma melhoria do microambiente, provocada pelo sombreamento (diminuição da radiação e temperatura do ar), sem restrição luminosa excessiva, o que propiciou uma redução da respiração, a qual conforme Lodish *et al.* (2005) é um desperdício na economia de energia da planta pois, consome ATP e O₂ e regenera CO₂ fixado na fotossíntese. Isso possibilitou às plantas alocar substâncias de

reserva para o desenvolvimento radicial, objetivando a maior captação de água e nutrientes.

Henrique *et al.* (2011), trabalhando com mudas de café sob sombreamento de 50 % com diferentes cores de tela, encontraram maiores teores de carboidratos (açúcares solúveis totais e amido) em raízes nas mudas sob tela vermelha, concordando com o resultado verificado para guabijuzeiro (Tabela 20). Frigeri (2007) trabalhando com diferentes espécies arbóreas tropicais, sob dois níveis de sombreamento (98 % e 50 %) com tela preta, não verificou diferença significativa entre os tratamentos para *Erythrina*, *Peltophorum* e *Poecilanthe*, quanto ao teor de amido radicial, o que também foi verificado em guabijuzeiro, araçazeiro e uvaieira. Porém, o mesmo autor encontrou maiores teores de amido radicial em *Enterolobium* e *Hymenaea*, sob sombreamento de 50 %, discordando dos resultados obtidos para pitangueira (Tabela 20).

4.4 Aspectos anatômicos

Observou-se nas secções transversais das folhas (Figuras 28, 29, 30 e 31) uma organização dorsiventral do mesofilo (parênquima paliçádico adaxial e parênquima esponjoso abaxial), sendo esta organização, característica para as quatro espécies estudadas.

4.4.1 Araçazeiro-amarelo

Na figura 28, secção um (0 % de sombreamento – coletado aos 33 dias sob este tratamento), observa-se um tecido foliar jovem, com células do mesofilo frouxas, parênquima paliçádico pouco alongado, constituído por uma só camada de células.

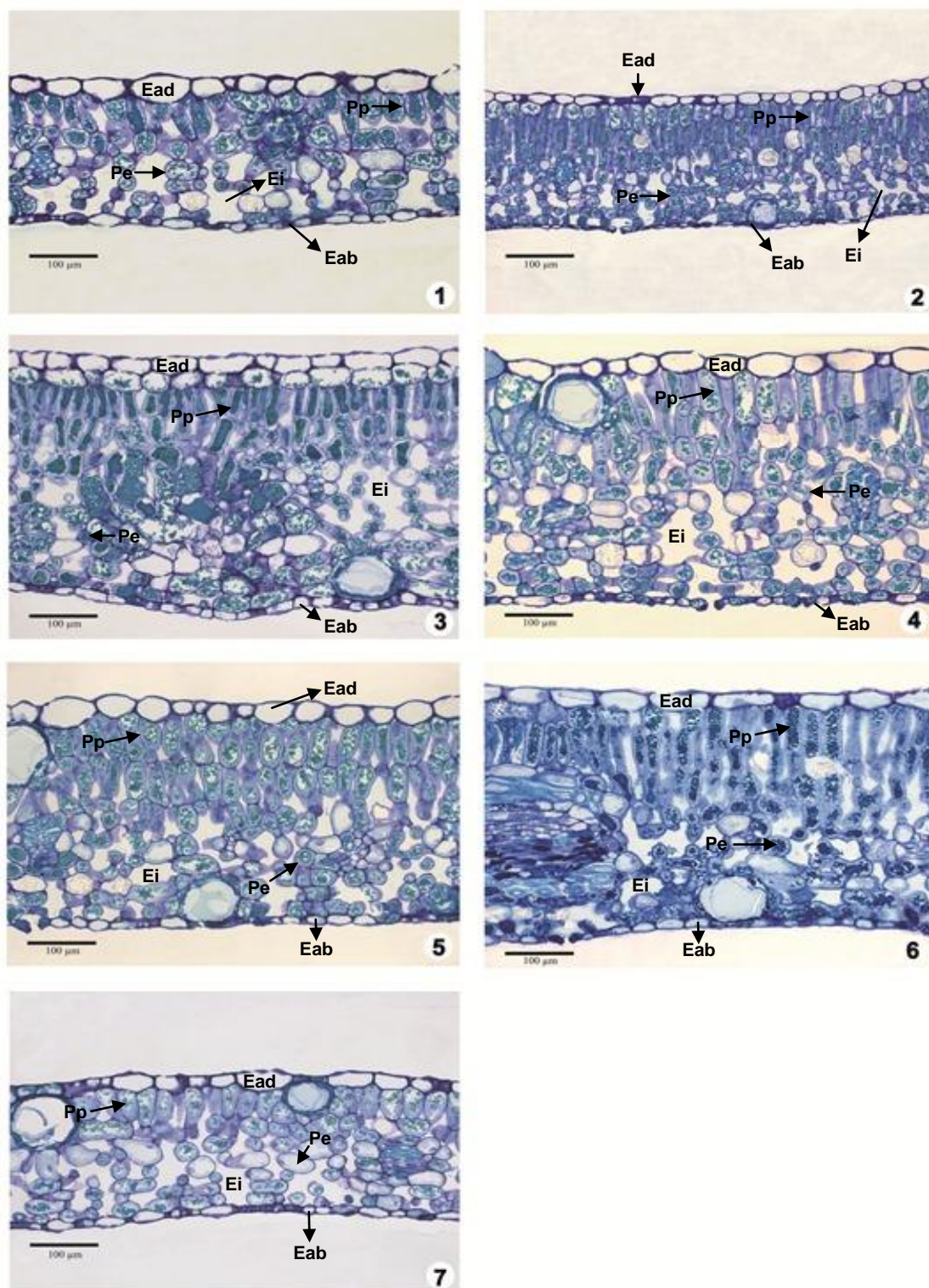


FIGURA 28. (1-7) Secção transversal de lâmina foliar de mudas de araçazeiro-amarelo expostas a diferentes intensidades de sombreamento e cores de telas. (1) 0 % de sombreamento (material coletado 33 dias após a instalação do experimento). (2-7) Material coletado 292 dias após a instalação do experimento. (2) 0 % de sombreamento. (3) 35 % - Tela preta. (4) 35 % - Tela vermelha. (5) 50 % - Tela preta. (6) 50 % - Tela vermelha. (7) 80 % - Tela preta. Ead=epiderme adaxial; Eab=epiderme abaxial; Pp=Parênquima paliádico; Pe=Parênquima esponjoso; Ei=espaço intercelular. Cortes de 5 μ m. Aumento:20 X. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

O parênquima esponjoso constituiu cerca de dois terços da espessura da lâmina. Verificou-se, também, a presença de grandes espaços intercelulares. Passados 292 dias, na folha mantida sob o tratamento de 0% de sombreamento, observou-se um mesofilo muito mais compacto, possuindo três camadas de parênquima paliçádico, constituindo metade da espessura da lâmina e com menos espaços intercelulares. Esau (1974) descreveu estruturas anatômicas xéricas (estruturas de plantas adaptadas aos ambientes secos) como aquelas que também podem ser induzidas pela maior radiação solar, como parênquima paliçádico desenvolvido, pequeno volume de espaços intercelulares, células de menores dimensões e uma espessura de limbo menor. Estruturas estas descritas, apresentadas no último tratamento (0 % de sombreamento – coletado aos 292 dias sob este tratamento) e que tendem a otimizar o processo fotossintético e a perda de calor, nestas condições de maior exposição à radiação solar.

Comparando folhas de araçazeiros estabelecidos em ambiente natural de restinga com folhas de floresta ombrófila, Silva & Medeiros (2005) observaram em secções transversais de folhas de restinga, uma espessura foliar maior do limbo, um parênquima paliçádico estratificado com cerca de duas a quatro camadas celulares, um parênquima esponjoso mais denso, com a ocorrência de pequenos espaços intercelulares, corroborando os resultados encontrados no presente trabalho. Entretanto, quanto à espessura do limbo, no tratamento de 0 % (coleta aos 292 dias sob este tratamento), verificaram-se as menores espessuras de limbo, o que contrapõe o citado pelos referidos autores acima.

Na secção três da figura 28 (35 % de sombreamento com tela preta), observou-se uma epiderme da face adaxial com duas camadas e com mesofilo mais compacto, no qual o parênquima paliçádico se apresentava composto por três camadas, com células

pouco alongadas, contrastando com o mesofilo da secção quatro (35 % de sombreamento com tela vermelha), no qual o mesofilo apresentou-se mais frouxo (com mais espaços intercelulares), com um número de camadas de células do parênquima paliçádico igual à primeira, porém, com células mais alongadas.

No tratamento de 35 % de sombreamento sob tela preta a epiderme, a qual parece apresentar duas camadas (ainda se fazem necessários estudos de ontogenia para a confirmação desta observação), pode ter atuado como uma dupla camada de lentes, conforme descrito por Taiz & Zeiger (2009), que possibilitariam a compensação da redução da luz incidente e a concentração desta, fazendo, provavelmente, com que a luz atingisse os cloroplastos do parênquima paliçádico em maior quantidade. O maior número de camadas do parênquima paliçádico aumentando a superfície interna da folha e a eficiência das trocas gasosas pode conseqüentemente, tornar a fotossíntese mais eficiente (Glória & Guerreiro, 2003; Silva & Medeiros 2005). No tratamento de 35 % de sombreamento com tela vermelha, o parênquima paliçádico manteve o mesmo número de camadas, porém, com células mais alongadas (mais cloroplastos na periferia possibilitando a maximização da fotossíntese), culminado assim, com uma maior área celular existente para as trocas gasosa, neste caso, ocorreu o aumento da disponibilidade de luz na faixa do vermelho (absorvido no fotossistema II) e vermelho distante (absorvido no fotossistema I), pela maior transmitância de luz da tela nestas faixas (conforme informado pelo fabricante), as quais são preferidas para absorção pelos fotossistemas, o que pode ter aumentado a eficiência da fotossíntese das plantas. Taiz & Zaiger (2009) e Dickison, (2000) destacaram que a maior ocorrência de espaços de ar (espaços intercelulares) no parênquima esponjoso pode aumentar as interfaces entre ar e

água que refletem e refratam a luz (difusão da luz), tornando maior a probabilidade de absorção do fóton.

Entre as secções cinco e seis (50 % de sombreamento com tela preta e 50 % de sombreamento com tela vermelha, respectivamente), não ocorreram diferenças qualitativas quanto à epiderme e mesofilo das lâminas foliares (Figura 28). Notou-se uma redução da espessura do limbo destes tratamentos em relação aos tratamentos de 35 % de sombreamento.

Na secção sete (80 % de sombreamento com tela preta), a estrutura e espessura de lâmina foliar, assemelhou-se visualmente a da secção um (Figura 28). Dickison, (2000) descreve que folhas que se desenvolvem em condições de baixa irradiação, têm seu limbo foliar mais fino, com seu mesofilo composto de células do parênquima paliçádico mal definidas e abundante espaço intercelular. Markesteyn *et al.* (2007), estudando espécies florestais tropicais, verificaram que folhas de sombra têm uma relação menor de parênquima paliçádico e esponjoso, conforme encontrado neste trabalho e, que a espessa camada de parênquima esponjoso é útil para melhorar o retroespalhamento de luz difusa dentro de folhas sombreadas.

4.4.2 Guabijuzeiro

Na figura 29, secção um, observou-se um tecido foliar mais jovem pouco definido (0 % de sombreamento – coletado aos 33 dias sob este tratamento), que em relação à secção dois (0 % de sombreamento – coletado aos 292 dias sob este tratamento) não diferiu em termos de número de camadas e espessura da epiderme, porém, principalmente no tecido esponjoso e paliçádico, verificou-se na segunda, uma maior compactação (Figura 29).

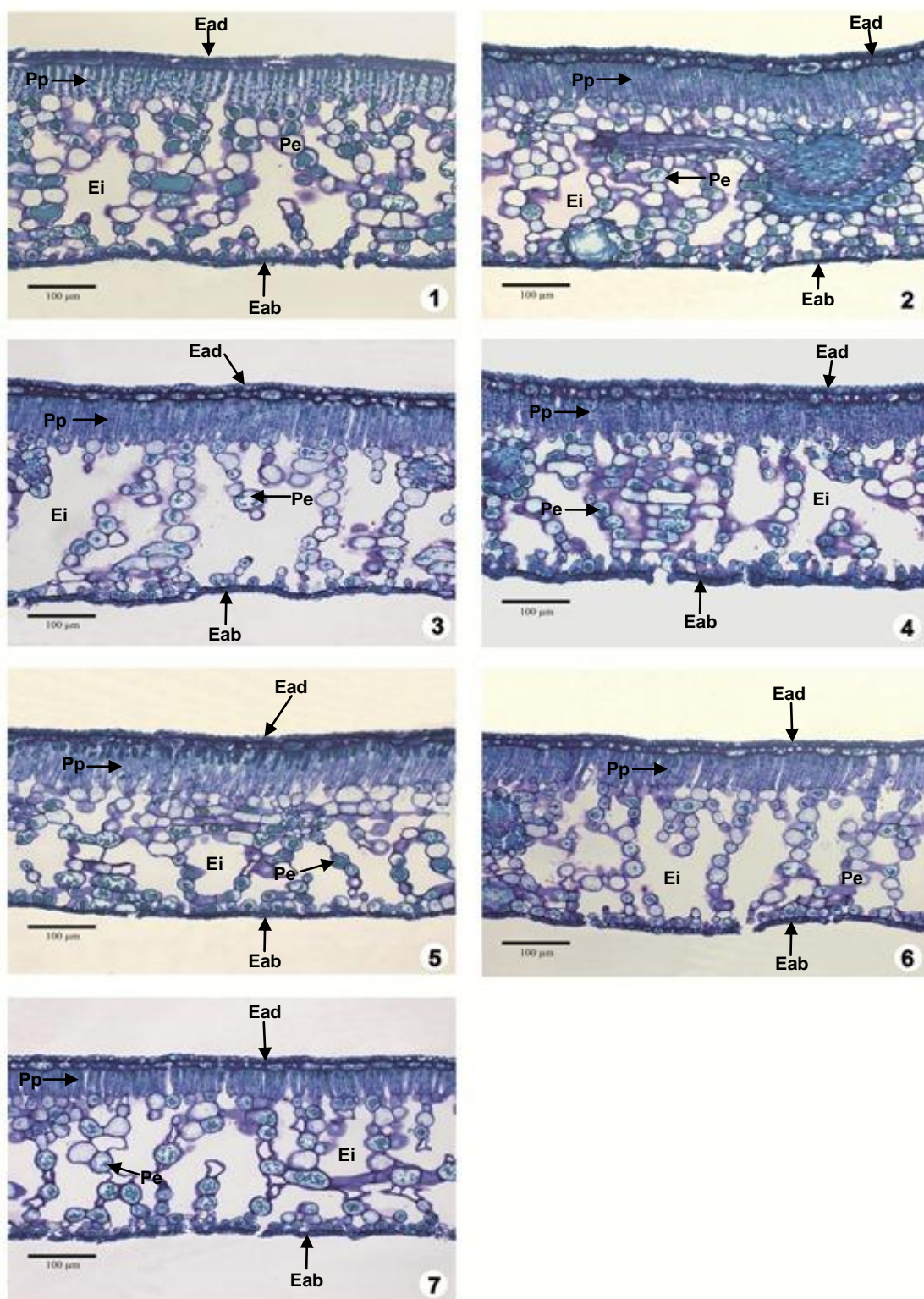


FIGURA 29. (1-7) Secção transversal de lâmina foliar de mudas de guabijuzeiro expostas a diferentes intensidades de sombreamento e cores de telas. (1) 0 % de sombreamento (material coletado 33 dias após a instalação do experimento). (2-7) Material coletado 292 dias após a instalação do experimento. (2) 0 % de sombreamento. (3) 35 % - Tela preta. (4) 35 % - Tela vermelha. (5) 50 % - Tela preta. (6) 50 % - Tela vermelha. (7) 80 % - Tela preta. Ead=epiderme adaxial; Eab=epiderme abaxial; Pp=Parênquima paliçádico; Pe=Parênquima esponjoso; Ei=espaço intercelular. Cortes de 5 μ m. Aumento:20 X. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Esta diferença foi verificada porque, as folhas da secção um haviam sido recentemente expostas às condições de radiação da casa de vegetação, tendo estas, pouco tempo para apresentarem as alterações anatômicas verificadas na secção dois, na qual ocorreu uma maior definição dos tecidos foliares levando estas folhas a apresentarem características de xeromorfia (tecido paliçádico mais fortemente diferenciado e pequeno volume de espaço intercelular). Em folhas mais expostas ao sol, um mesofilo mais estruturalmente especializado está correlacionado positivamente com uma maior capacidade fotossintética (Dickison, 2000). Confirmando o resultado encontrado neste trabalho, Baliza *et al.* (2012) trabalhando com cafeeiros cultivados a pleno sol, observaram maior espessura do limbo foliar.

Na secção três (35 % de sombreamento com tela preta) e quatro (35 % de sombreamento com tela vermelha), ocorreram diferenças quanto ao alongamento do parênquima paliçádico e quanto aos espaços intercelulares, maiores na secção três (Figura 29). O maior alongamento do parênquima paliçádico, verificado no tratamento 35 % com tela preta, permite, conforme Glória & Guerreiro (2003), maior eficiência fotossintética, pois, se têm mais cloroplastos na periferia (disposição paralela às paredes), aos quais é aportado mais luz (maior difusão da luz) e CO₂, devido à existência de um espaço intercelular mais amplo. No tratamento 35 % de sombreamento com tela vermelha, não foi necessária uma maior modificação da estrutura foliar, mantendo-se esta mais compacta, para compensar a diminuição de luminosidade, porque apesar de também ter havido sombreamento, a luz transmitida pela tela aumenta a eficiência fotossintética.

Na secção cinco (50 % de sombreamento com tela preta) evidenciou-se um parênquima paliçádico mais alongado e menos espaços intercelulares no tecido

esponjoso, em relação à secção seis (50 % de sombreamento com tela vermelha) (Figura 29). Com a maior restrição de luminosidade no tratamento 50 % de sombreamento com tela preta, as folhas começaram a apresentar maior tamanho, o que conforme Santos *et al.* (2010), evidenciaram a necessidade da ampliação da superfície fotossintetizante e a maximização da absorção luminosa. E esta realocação periclinal de recursos (distribuição de fotoassimilados), fez com que estas folhas começassem a se tornar mais finas. Sob o tratamento de 50 % de sombreamento com tela vermelha, apesar de também haver redução da luminosidade, a planta buscou maximizar o aproveitamento da luz de melhor qualidade (maior ocorrência de luz na faixa do vermelho e vermelho distante), através da ampliação dos espaços intercelulares. Porém, também houve redução da espessura do limbo foliar.

O parênquima paliçádico da secção sete encontrou-se reduzido em relação às demais secções. Além disso, de forma geral, observou-se uma redução na espessura da lâmina foliar com o aumento do sombreamento (Figura 29). Baliza *et al.* (2012), ao estudarem cafeeiros submetidos a diferentes intensidades de sombreamento, constataram que as plantas cultivadas sob um maior nível de sombreamento (90 %) apresentaram modificações anatômicas que limitaram a fotossíntese, como por exemplo, a redução do espessamento do limbo foliar e do parênquima paliçádico, que permitiu menor aproveitamento da radiação incidente, corroborando o resultado encontrado no presente trabalho.

4.4.3 Pitangueira

Na Figura 30, secção um observou-se um tecido de folha jovem (0 % de sombreamento – coletado aos 33 dias sob este tratamento), com uma única camada de células de

parênquima paliçádico, pouco desenvolvida (alongada). Enquanto na secção dois (0 % de sombreamento – coletada aos 292 dias sob este tratamento) o parênquima paliçádico foi mais desenvolvido e a espessura da lâmina foliar maior do que a primeira.

Quanto aos espaços intercelulares, ambas as secções não apresentaram diferenças, porém, a coletada aos 292 dias sob este tratamento apresentou parênquima paliçádico mais desenvolvido (maior exposição dos cloroplastos à radiação e as trocas gasosas) e possivelmente maior eficiência fotossintética. Porém, não foram verificadas características xeromórficas evidentes nesta última secção, sendo esta inclusive de menor espessura que as de outros tratamentos de sombreamento.

As observações dos tratamentos seguintes seguem o mesmo padrão do guabijzeiro, servindo para esta, as mesmas justificativas citadas anteriormente.

Observou-se na secção três (35 % de sombreamento tela preta), uma camada de parênquima paliçádico com células mais alongadas, mais espaços intercelulares (no parênquima esponjoso) e, por conseguinte uma maior espessura de lâmina foliar, em relação à secção quatro (35 % de sombreamento com tela vermelha) (Figura 30).

Na secção seis (50 % de sombreamento com tela vermelha) o parênquima paliçádico apresentou-se mais alongado, o parênquima esponjoso mais frouxo e a lâmina foliar mais espessa (com mais espaços intercelulares), em relação à secção cinco (50 % de sombreamento com tela preta) (Figura 30).

A seção sete (80 % de sombreamento com tela preta) apresentou a menor espessura foliar entre os tratamentos coletados aos 292 após a instalação do experimento, também, um parênquima paliçádico pouco alongado e mais espaços intercelulares (inclusive entre as células do parênquima paliçádico), em relação à seção dois (0 % de sombreamento) (Figura 30).

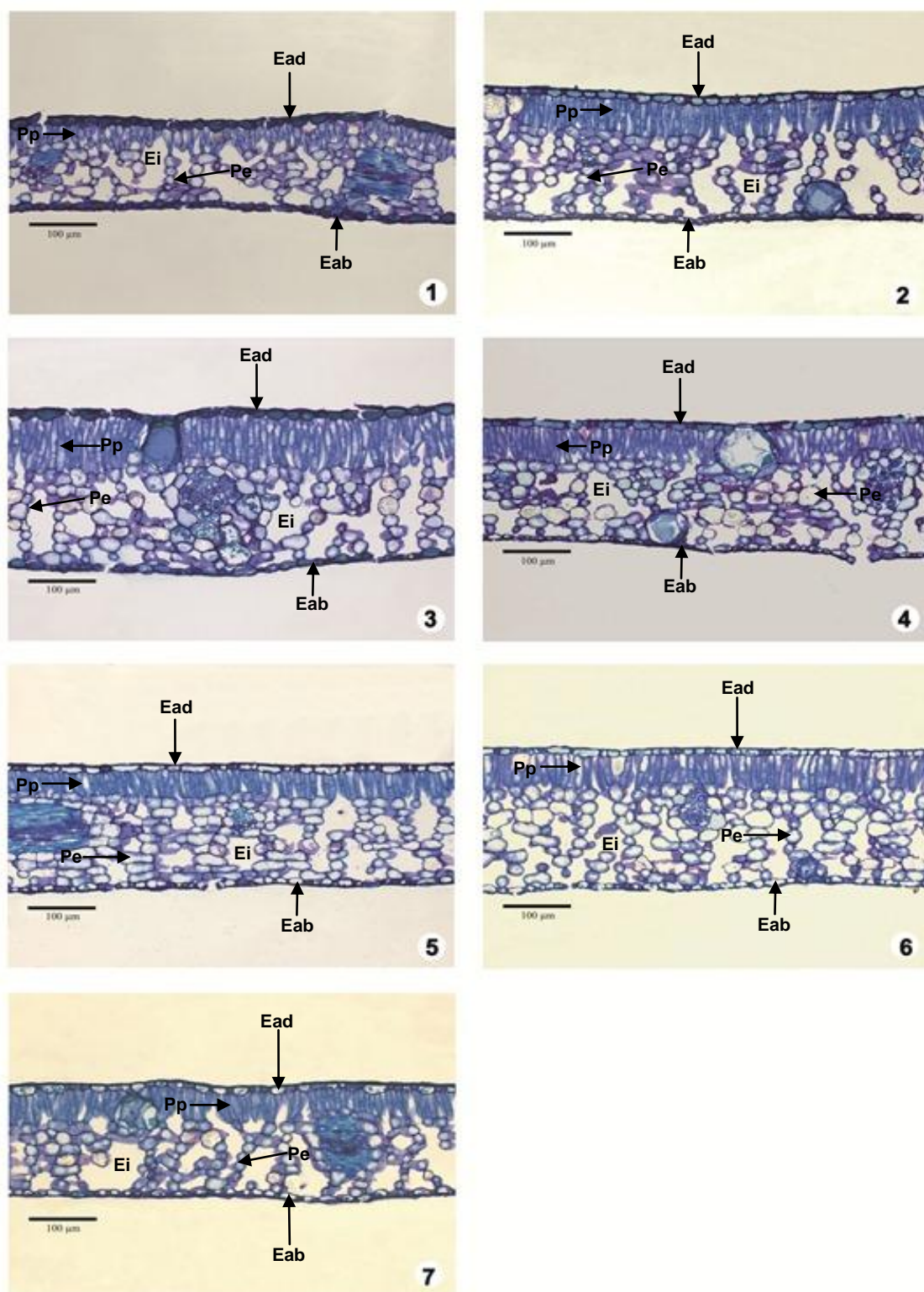


FIGURA 30. (1-7) Secção transversal de lâmina foliar de mudas de pitangueira expostas a diferentes intensidades de sombreamento e cores de telas. (1) 0 % de sombreamento (material coletado 33 dias após a instalação do experimento). (2-7) Material coletado 292 dias após a instalação do experimento. (2) 0 % de sombreamento. (3) 35 % - Tela preta. (4) 35 % - Tela vermelha. (5) 50 % - Tela preta. (6) 50 % - Tela vermelha. (7) 80 % - Tela preta. Ead=epiderme adaxial; Eab=epiderme abaxial; Pp=Parênquima paliçádico; Pe=Parênquima esponjoso; Ei=espaço intercelular. Cortes de 5 µm. Aumento:20 X. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

Entre as secções coletadas aos 292 dias após a instalação do experimento, verificou-se uma maior espessura de lâmina foliar na secção três (35 % de sombreamento com tela preta) e uma menor na secção sete (80 % de sombreamento com tela preta) (Figura 30).

4.4.4 Uvaieira

Na secção um observou-se um tecido de folha jovem (0 % de sombreamento – coletado aos 33 dias sob este tratamento) pouco espesso, com parênquima paliçádico constituído por uma camada de células pouco desenvolvida (com espaços intercelulares) e um frouxo parênquima esponjoso (com um grande volume de espaços intercelulares) (Figura 31). Contudo, a secção dois (0 % de sombreamento – coletado aos 292 dias sob este tratamento) apresentou parênquima paliçádico alongado, este ocupando metade da lâmina foliar e um parênquima esponjoso mais compacto (com menos espaço intercelular) em relação à secção um. Esta última secção, apresentou características xéricas, apesar de ser originada de planta irrigada, a maior exposição à luz levou a secção foliar a apresentar maior espessura, tecido paliçádico mais desenvolvido do que o esponjoso e pequeno volume de espaços intercelulares.

Evidenciou-se na secção três (35 % de sombreamento tela preta) uma espessura foliar menor e menor presença de parênquima esponjoso (com mais espaços intercelulares), em relação à secção quatro (35 % de sombreamento com tela vermelha) (Figura 31). Na secção três ocorreu uma diminuição da espessura foliar, em virtude da redução da luminosidade causada pelo sombreamento com tela preta.

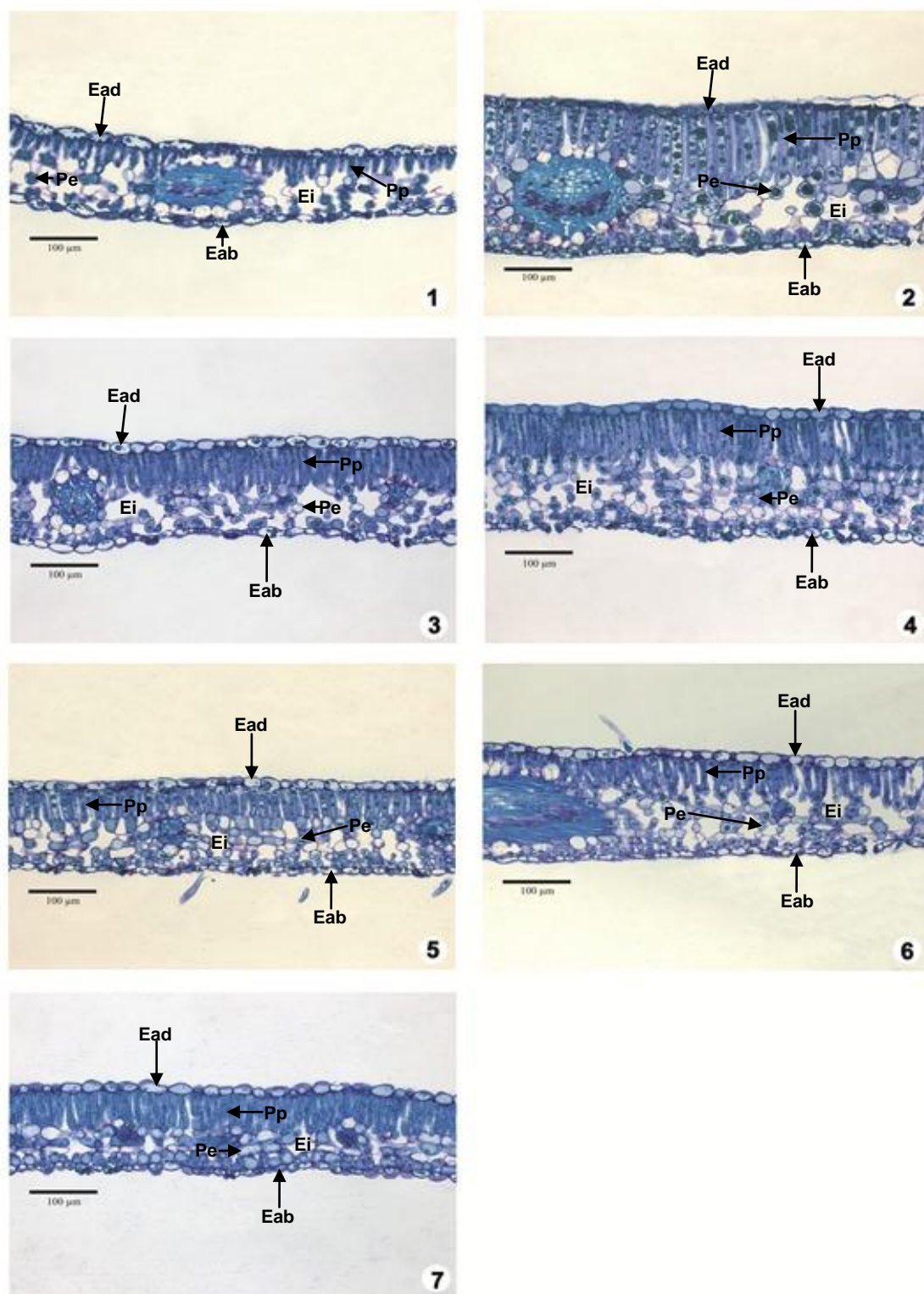


FIGURA 31. (1-7) Secção transversal de lâmina foliar de mudas de uvaieira expostas a diferentes intensidades de sombreamento e cores de telas. (1) 0 % de sombreamento (material coletado 33 dias após a instalação do experimento). (2-7) Material coletado 292 dias após a instalação do experimento. (2) 0 % de sombreamento. (3) 35 % - Tela preta. (4) 35 % - Tela vermelha. (5) 50 % - Tela preta. (6) 50 % - Tela vermelha. (7) 80 % - Tela preta. Ead=epiderme adaxial; Eab=epiderme abaxial; Pp=Parênquima paliçádico; Pe=Parênquima esponjoso; Ei=espaço intercelular. Cortes de 5 μ m. Aumento:20 X. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 2012.

O sombreamento leva a planta a investir no aumento da área foliar para maximizar a absorção luminosa, conforme Santos *et al.* (2010). Apesar disso, o parênquima paliçádico não diferiu em espessura do tratamento de 35 % de sombreamento com tela vermelha e este, juntamente com o maior volume de espaços intercelulares, constituíram características de aclimação destas plantas ao ambiente com menor disponibilidade de radiação. No tratamento de 35 % de sombreamento com tela vermelha, apesar da redução da intensidade luminosa, houve um suprimento às plantas de maior radiação na faixa do vermelho e vermelho distante, o que levou a formação de um limbo mais espesso (maior espessura do parênquima esponjoso), que conseqüentemente pode propiciar uma maior eficiência fotossintética (maior superfície celular exposta à radiação e ao CO₂).

Entre a secção cinco (50 % de sombreamento com tela preta) e seis (50 % de sombreamento com tela vermelha) não foram verificadas diferenças visuais anatômicas (Figura 31). Nestes tratamentos verificou-se que a restrição da luminosidade causou a diminuição do parênquima paliçádico e conseqüentemente do limbo foliar. Isto porque, a planta começa a investir no aumento da área foliar, para maximizar a captação de luz (Santos *et al.*, 2010).

Na secção sete (80 % de sombreamento com tela preta), verificou-se uma redução da espessura da lâmina foliar, em relação ao material coletado 292 dias após a instalação do experimento, tornando-se esta mais compacta quanto aos parênquimas paliçádico e esponjoso (Figura 33). Júnior *et al.* (2006) estudando plantas jovens de camboatá (*Cupania vernalis* Camb.), sob diferentes intensidades de sombreamento, verificaram que com o aumento do sombreamento ocorre a diminuição da espessura do limbo foliar, concordando com o resultado encontrado neste trabalho.

Entre os tratamentos coletados 292 dias após a instalação do experimento, o que apresentou maior espessura de lâmina foliar foi o de 0 % de sombreamento e o de menor espessura foi o de 80 % de sombreamento com tela preta (Figura 31).

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados, constata-se que a utilização de tela com intensidade de 50% de sombreamento, preta ou vermelha, provoca resposta de evitação à sombra nas plantas.

O tratamento de 80% propicia respostas negativas nas plantas, na maioria dos parâmetros morfológicos avaliados.

O sombreamento provoca redução da relação clorofila *a/b* e aumento dos teores de clorofila total.

Há diferenças no acúmulo de substâncias de reserva na parte aérea/raiz de acordo com a espécie.

O uso de tela provoca alterações anatômicas nas espécies estudadas, sendo o tratamento de 80% de sombreamento com tela preta o que causa a maior redução da espessura do mesofilo das folhas.

Entre as quatro espécies estudadas, o araçazeiro-amarelo destaca-se pelo maior vigor das mudas e o guabijuzeiro pela maior capacidade de aclimação ao sombreamento com telas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies nativas da família Myrtaceae, apresentam grande importância econômica, tanto no consumo *in natura* de seus frutos, quanto devido a suas propriedades medicinais e potencial ornamental. Tendo-se em vista esta importância e o potencial destas espécies e, o fato de que as florestas nativas encontram-se cada vez mais fragmentadas e reduzidas a porções muito pequenas, em relação a suas áreas originais, devido à exploração dos recursos naturais, principalmente das espécies arbóreas, visando o uso da madeira e a abertura de novas áreas para a agricultura, tornou-se importante o estudo sobre a produção de mudas em ambiente protegido que, suprirão a demanda gerada pela utilização em programas de recuperação ambiental e a exploração econômica destas espécies. Com isso, este estudo, através de seus resultados traz a luz algumas características fotomorfogênicas do desenvolvimento de pitangueira, guabijuzeiro, uvaieira e araçazeiro-amarelo, as quais foram expostas à manipulação da radiação solar incidente (quantidade e qualidade) através do uso de telas.

Quanto aos estudos realizados neste trabalho, que durou um ano, devem ser continuados por mais tempo, visando esclarecer o máximo possível sobre as características morfológicas, fisiológicas e anatômicas do desenvolvimento sob diferentes intensidades e qualidade de radiação, visto ser esta uma importante ferramenta no manejo do desenvolvimento de plantas. Também, como já ocorre em

algumas culturas, estes estudos devem após a fase da produção de mudas, serem levados a campo, visando estudar os efeitos da manipulação da radiação solar através de telas, na produção de frutas nativas.

Porém, juntamente a estes estudos, devem ser realizadas pesquisas que visem à obtenção de material geneticamente homogêneo, através da propagação vegetativa, em espécies onde esta ainda é pouco desenvolvida, possibilitando assim uma menor variabilidade dos resultados obtidos em trabalhos como o presente. Estudos na área de nutrição vegetal também necessitam ser realizados, visto a pouca existência de recomendações de adubação para estas espécies (fertirrigação), principalmente na fase de produção de mudas. Deve-se também, estudar as doses de irrigação adequadas na fase de produção destas mudas, bem como o controle de pragas, o qual ainda é muito incipiente para espécies nativas frutíferas. Ou seja, neste trabalho, buscou-se estudar apenas uma parte da complexa rede da produção de mudas nativas, que é o manejo da radiação solar incidente. Ainda se fazendo necessários outros estudos para obtenção de mudas saudáveis, bem nutridas e hidratadas e, cujo desenvolvimento ocorra em um menor espaço de tempo, possibilitando ao produtor um retorno econômico mais rápido e sem riscos.

Algumas outras observações foram realizadas ao longo do trabalho e podem servir de subsídios a trabalhos futuros na área de produção e mudas de espécies de Myrtaceae, as quais são descritas a seguir.

Neste trabalho, também realizou-se o estudo anatômico das folhas, das espécies estudadas, as quais em sua coleta devem ter seu tamanho padronizado para evitar diferenças de desenvolvimento. Além disso, tem-se como objetivo futuro deste trabalho

a medição da espessura destas folhas, bem como, a estimativa de áreas ocupadas por organelas e/ou compostos foliares.

Devem-se realizar estudos na área da nutrição vegetal, visando a correta adubação de mudas (inclusive, por fertirrigação), como já citado anteriormente, porém, é preciso também, determinar os elementos principais desta e suas doses. Visto que foram observadas diferenças entre exigências de determinados nutrientes entre espécies, como por exemplo, o guabijuzeiro, que é exigente em potássio e a pitangueira, a qual é exigente em ferro, além dos demais nutrientes.

Devido à impossibilidade de fornecimento da tela vermelha com 80% de sombreamento, neste estudo, esta não foi testada sobre o desenvolvimento das mudas, sendo interessante fazer a comparação desta, com a tela preta 80% de sombreamento, para verificar as alterações provocadas no desenvolvimento das mudas.

Quanto aos substratos utilizados na produção de mudas de frutíferas nativas, esta área também carece de maior pesquisa, visando recomendar um substrato de qualidade, com boas características, químicas, físicas e biológicas, que proporcionem o adequado desenvolvimento das mudas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. P. et al. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. 1ed. Planaltina: DF: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ALMEIDA, S. M. Z. et al. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005.

ALTOÉ, J. A. **Produtividade de minicepas, enraizamento de miniestacas e qualidade de mudas de goiabeiras e araçazeiros produzidas por miniestaquia**. 2011. 119 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

AMARANTE, C. V. T. et al. Cultivo de macieira em ambiente protegido. In: **FRUTICULTURA em ambiente protegido**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 74-104.

APHALO, P. J. **Light signals and the growth and development of plants** — a gentle introduction. Finland: University of Helsinki, 2006. 39 p.

ARAÚJO, D. D. **Crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) sob quatro níveis de sombreamento**. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico**. 2.ed. – Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2009. 322 p.

BALIZA, D. P. et al. Trocas gasosas e características estruturais adaptativas de cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 250-258, 2012.

BARROSO, G. M. Myrtaceae. In: **SISTEMÁTICA de angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, 1991. v. 2. p. 114-126.

BERGAMASCHI, H. et al. **Boletins agrometeorológicos da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS – série histórica 1970-2012**. Porto Alegre: UFRGS, 2013. 8 p.

- BEZERRA, J. E. F. et al. **Pitanga (*Eugenia uniflora* L.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 30 p.
- BOARDMAN, N. K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 28, p. 355-77, 1977.
- BOSCO, L. C. **Alterações microclimáticas causadas por cobertura antigranizo e efeitos sobre o desenvolvimento e produção de macieiras**. 2011. 203 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- BOU-TORRENT, J. et al. Light signaling: back to space. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 108-114, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CAMACHO, M. et al. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 19-24, 1995.
- CÂMARA, C. A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpinifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, p. 43-51, 2008.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.
- CASA DA AGRICULTURA. **Produção em ambiente protegido**, Campinas, Ano 14. n. 2, 2011, p. 10-18.
- CASAL, J. J. Phytochromes, cryptochromes, phototropin: photoreceptor interactions in plants. **Photochemistry and Photobiology**, Oxford, v. 71, n. 1, p. 1-11, 2000.
- CASAL, J. J. Photoreceptor signaling networks in plant responses to shade. **Annual Review of Plant Biology**, Oxford, v. 64, p. 403-27, 2013.
- CASTRO, A. A. J. F. et al. How rich is the flora of Brazilian Cerrados? **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 86, n.1, p. 192-225, 1999.
- CAVINS, T. J. et al. **Monitoring and managing pH and EC using the PourThru Extraction Method**. Raleigh: North Carolina State University, 2000. 17 p. (Horticulture Information Leaflet 590, New 7/2000).
- DALE, J. E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 39, p. 267-295, 1988.
- DICKISON, W. C., **Integrative plant anatomy**. San Diego: Harcourt, 2000, 533 p.

DONADIO, L. C. et al. **Frutas brasileiras**. 2 ed. Jaboticabal: Editora Novos Talentos, 2004, 248 p.

EBERHARD, S. et al. The dynamics of photosynthesis. **Annual Review of Genetics**, Palo Alto, v. 42, p. 463–515, 2008.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974, 293 p.

FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 55, p. 123–142, 1968.

FOCHESATO, M. L. **Substratos e porta-enxertos na produção de mudas cítricas em ambiente protegido**. 2005. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Programde Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

FRANZON, R. C. **Propagação vegetativa e modo de reprodução da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.)**. 2008. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

FRANZON, R. C. et al. **Araçás do gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrências, descrição e usos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009, 48 p.

FRIGERI, R. B. C. **Relação entre raiz e parte aérea de plântulas de espécies arbóreas tropicais sob diferentes níveis de radiação solar**. 2007. 152 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

GABRIEL, B. L. **Biological electron microscopy**. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1982, 192 p.

GERRITS, P. O.; SMID, L. A new less toxic polymerization system for the embedding of soft tissue in glycol methacrylate and subsequent preparing of serial sections. **Journal of Microscopy**, Oxford, v. 132, p. 81-85, 1983.

GLÓRIA, B. A.; GUERREIRO, S. M. C. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. 438 p.

GOVAERTS, R. et al. **World checklist of selected plant families – Myrtaceae**. Richmond: Royal Botanic Garden, 2008. 455p.

GOMMERS, C. M. M., et al. Shade tolerance: when growing tall is not an option. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 65-71, 2013.

GUREVITCH, J., et al. **Ecologia vegetal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 592 p.

GYULA, P. et al. Light perception and signalling in higher plants. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 6, p. 446–452, 2003.

HENRIQUE, P. C. et al. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 5, p. 458-465, 2011.

JAMES, S. A. & BELL, D. T. Influence of light availability on leaf structure and growth of two *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* provenances. **Tree Physiology**, Victoria, Canadá, v. 20, p. 1007-1018, 1999.

JUDD, W. S. et al. **Plant systematic**. A phylogenetic approach. 2nd Massachusetts, USA: Sinauer Associates Publisher, 2002, 576 p.

JÚNIOR, E. C. L. et al. Aspectos fisioanatômicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 33-41, 2006.

JÚNIOR, J. S. L. et al. **Pitangueira**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, 2007, 87 p.

KAWASAKI, M. L. Flora da Serra do Cipó: Myrtaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 11, p. 121-170, 1989.

KAWASAKI, M. L.; LANDRUM, L. R. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, Bronx, v. 49, n. 4, p. 508-536, 1997.

KEUSKAMP, D. H. et al. Physiological regulation and functional significance of shade avoidance responses to neighbors. **Plant Signaling & Behavior**, Georgetown, v. 5, n. 6, p. 655-662, 2010.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948, 479 p.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia da árvore**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1979. 745 p.

LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research**, London, v. 23, p. 187- 261, 1992.

LATTUADA, D. S. **Micropropagação e miniestaquia de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.)**. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

LATTUADA, D. S. Enxertia herbácea em Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1285-1288, 2010.

LEITE, C. A. **Utilização de malhas coloridas na produção de flores de alta, média e baixa exigência em radiação solar**. 2006, 116 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

LIN, C. Blue light receptors and signal transduction. **The Plant Cell**, Rockville, p.S207–S225, 2002.

LOBOS, G. A. et al. Spectral irradiance, gas exchange characteristics and leaf traits of *Vaccinium corymbosum* L. ‘Elliott’ grown under photo-selective nets. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 75, p. 142-149, 2012.

LODISH, H. F. et al, **Biologia celular e molecular**; tradução Ana Leonor Chies Santiago-Santos, 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005, 1054 p.

LOPES, S. B.; GONÇALVES, L. **Elementos para aplicação prática das árvores nativas do sul do Brasil na conservação da biodiversidade**. Disponível em: <http://xa.yimg.com/kq/groups/17364812/1491577816/name/paper_tabela_aplicacao_arvores_rs.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. 368 p., vol. 1.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo:EPU/EDUSP, 1979, p. 331-350, v. 1.

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

MARTINS, S. R. et al. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 15-23, 1999.

McDOWELL, E. M.; TRUMP, B. R. Histological fixatives for diagnostic light and electron microscopy. **Archives of Pathology & Laboratory Medicine**, Northfield, v. 100, p. 405-414, 1976.

MEDRI, M. E.; LLERAS, E. Aspectos da anatomia de folhas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 10, n. 3, p. 463-493, 1980.

MILES, D. H. et al. 3'-formyl-2', 4', 6'-trihydroxy-5''-methyl-dihydrochalcone, a prospective new agrochemical from *Psidium acutangulum*. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 53, n. 6, p. 1548-1551, 1990.

MILES, D. H. et al. 3'-formyl-2',4',6'-trihydroxy-5''-methyl-dihydrochalcone from *Psidium acutangulum*. **Phytochemistry**, New York, v. 30, n. 4, p. 1131-1132, 1991.

- MIRALLES, J. et al. *Rhamnus alaternus* growth under four simulated shade environments: morphological, anatomical and physiological responses. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, p. 562-570, 2011.
- MORELLI, G.; RUBERTI, I. Light and shade in the photocontrol of *Arabidopsis* growth. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 7, n. 9, p. 399-404, 2002.
- MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1976. 376 p.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, Washington, v. 403, p. 853-858, 2000.
- NACHTIGAL, J. C. et al. Enraizamento de estacas semilenhosas de araçazeiro (*Psidium cattleyanum* Sabine) com o uso de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 16, n. 1, p. 229-235, 1994.
- NASCIMENTO, A. C. et al. Micropropagação de uvaieira (*Eugenia pyriformis* Cambess): efeitos do BAP e AIB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 20-26, 2008.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate. **Biotropica**, v. 32, p. 793-810, 2000.
- OREN-SHAMIR, M. et al. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal of Horticultural & Biotechnology**, Ashford, v. 76, n. 3, p. 353-361, 2001.
- POORTER, H. et al. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. **New Phytologist**, London, v. 193, p. 30-50, 2011.
- PIERIK, R.; de WIT, M. Shade avoidance: phytochrome signalling and other aboveground neighbour detection cues. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, p. 1-10, 2013. (publicado online em 9 dez. 2013 doi:10.1093/jxb/ert389)
- RASEIRA, M. C. B. et al. **Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2004. 122 p.
- RAVEN, P. H. et al. **Biologia Vegetal**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011, 830 p.
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p.179-194, 2006.

SALES, F. A. L. **Microclima na produção de alface hidropônica em ambiente protegido utilizando telas de sombreamento como subcobertura**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. 2ed. Porto Alegre: SAGRA, 1989, 306 p.

SANTOS, et al. Níveis de sombreamento na produção e desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill & Maiden. **Pesquisa Aplicada a Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 3, p. 201-206, 2010.

SCALON, S. P. Q. et al. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 652-655, 2001.

SHARROK, R. A.; QUAIL, P. H. Novel phytochrome sequences in *Arabidopsis thaliana*: structure, evolution, and differential expression of a plant regulatory photoreceptor family. **Genes & Development**, Cold Spring Harbor, v. 3, p. 1745-1757, 1989.

SILVA, C. V. et al. Fracionamento e germinação de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess. – Myrtaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 213-221, 2003.

SILVA, L. D. S. A. B; MEDEIROS, J. D. Anatomia foliar comparativa de *Psidium cattleyanum* Sab. (Myrtaceae). **Insula**, Florianópolis, n. 34, p. 15-38, 2005.

SILVA, S. R. **Plantas do cerrado**: utilizadas pelas comunidades da região do Grande Sertão Veredas. Brasília: Fundação Pró-Natureza-FUNATURA, 1998. 109 p.

SOUZA, L. S. **Caracterização de frutos e propagação vegetativa de guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand)**. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SOUZA, P. V. D. **Efeito de concentração de etefon e pressões de pulverização foliar no raleio de frutinhos de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Tenore) cv. Montenegrina**. 1990. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

STAMPS, R. H. Use of colored shade netting in horticulture. **HortScience**. Alexandria, v. 44, n. 2, p. 239-241, 2009.

STREIT, N. M. et al. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v. 38, p. 55-94, 1948.

VALLADARES, F.; NIINEMETS, Ü. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 39, p. 237–57, 2008.

VAREJÃO-SILVA, M. A. 2006, **Meteorologia e climatologia**. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownload&cid=19>. Acesso em: 22 mar. 2013.

WILSON, P. et al. Myrtaceae revisited: a reassessment of interfamilial groups. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 88, p.2013-2025, 2001.

WILSON, P. G. et al. Relationships within Myrtaceae sensu lato based on a matK phylogeny. **Plant Systematics and Evolution**, Wien, v. 251, p. 3-19, 2005.

WILSON, C. A. Subgeneric classification in *Iris* re-examined using chloroplast sequence data. **Taxon**, Utrecht, v. 60, n. 1, p. 27-35, 2011.

ZAVALA, J. A.; RAVETTA, D. A. Allocation of photoassimilates to biomass, resin and carbohydrates in *Grindelia chiloensis* as affected by light intensity. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 69, p. 143-149, 2001.

8 APÊNDICE

APÊNDICE 1. Protocolo para inclusão em historesina – Jung

(Protocolo utilizado no Laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

1. Desidratação do Material Fixado em Trump (solução de glutaraldeído 1% e formaldeído 4%):

- Tampão Fosfato de Sódio (0,1 M e pH 7.2) – três imersões de no mínimo, 15 minutos;

- Álcool 10% (solução hidroalcolica, com intervalo entre troca de soluções de 30 minutos);

- Álcool 20%;

- Álcool 30%;

- Álcool 40%;

- Álcool 50%;

- Álcool 60%;

- Álcool 70%;

- Álcool 80%;

- Álcool 90%;
- Álcool absoluto (100%);
- Álcool absoluto: Clorofórmio 3:1;
- Álcool absoluto: Clorofórmio 1:1;
- Álcool absoluto: Clorofórmio 1:3;
- Clorofórmio puro;
- Álcool absoluto: Clorofórmio 1:3;
- Álcool absoluto: Clorofórmio 1:1;
- Álcool absoluto: Clorofórmio 3:1;
- Pré-infiltração (*overnight*);
- Infiltração (por no mínimo três horas).

A solução de pré-infiltração tem em sua formulação 10 ml de etanol absoluto e 10 ml de solução de infiltração. A solução de infiltração contém 50 ml de resina básica do Kit Histoiresina-Jung. e um sachet (0,5 mg) de Histoiresina Activator.

2. No preparo da solução de emblocamento mistura-se 1 ml de solução de infiltração a 0,066 ml de endurecedor II, para obtenção de um bloco. Posteriormente, adiciona-se a solução à forma suporte de teflon, incluindo o material vegetal na posição adequada para o ângulo de corte da lâmina do micrótomo. Após duas horas, no máximo, o material estará polimerizado e pronto para ser retirado do suporte de teflon e submetido à microtomia.