



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Biologia

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal

Respostas ecofisiológicas de *Cybistax antisiphilitica* Mart. (Ipê verde)
em função das alterações na intensidade de luz

Fernanda Monteiro de Freitas

Profa. Dra. Maria Cristina Sanches

UBERLÂNDIA – MG

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Biologia

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal

Respostas ecofisiológicas de *Cybistax antisiphilitica* Mart. (Ipê verde)
em função das alterações na intensidade de luz

Fernanda Monteiro de Freitas

Profa. Dra. Maria Cristina Sanches

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Área de pesquisa: Fisiologia Vegetal

Orientadora: Prof. Dra. Maria Cristina Sanches

UBERLÂNDIA – MG

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Biologia

Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal

Respostas ecofisiológicas de *Cybistax antisyphilitica* Mart. (Ipê verde)
em função das alterações na intensidade de luz

Fernanda Monteiro de Freitas

COMISSÃO EXAMINADORA

Presidente (Orientador):

Prof. Dra. Maria Cristina Sanches (INBIO-UFU/MG)



Examinadores:

Prof. Dr. Ivan Schiavini (INBIO-UFU/MG)



Prof. Dr.^a Maria Luíza Sant'anna Tucci (IAC- UNICAMP/SP)

Participou por manifestação escrita

Dissertação aprovada em 29 / 02 / 2016

UBERLÂNDIA - MG

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F866r Freitas, Fernanda Monteiro de, 1987
2016 Respostas ecofisiológicas de *Cybistax antisyphilitica* Mart. (Ipê verde) em função das alterações na intensidade de luz / Fernanda Monteiro de Freitas. - 2016.
37 p. : il.

Orientadora: Maria Cristina Sanches.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.
Inclui bibliografia.

1. Botânica - Teses. 2. Plantas - Efeito da luz - Teses. 3. Plantas dos cerrados - Teses. 4. Fotoinibição de plantas - Teses. I. Sanches, Maria Cristina. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. III. Título.

CDU: 581

DEDICATÓRIA

"Aquele que leva a preciosa semente, andando e chorando, voltará sem dúvida, com alegria, trazendo seus molhos (Salmos 126:6)".

Há dois anos colhi meus dois primeiros molhos, a conclusão do meu curso de Licenciatura e Bacharelado em Biologia. Hoje colho o terceiro, a conclusão do meu Mestrado em Biologia Vegetal. Estou muito feliz! E é por isso que eu dedico essa monografia principalmente á Deus, pois só ele esteve comigo nos momentos difíceis e de incerteza e só ele eu me dá força para continuar.

Dedico também a minha mãezinha querida, Maria Helena, meu exemplo de mulher e de profissional. Que nunca mediu esforços para eu atingisse meus objetivos. Amo você!

À minha irmã, Renata, meu cunhado, Frederico, por sempre estarem presentes, mesmo morando tão longe. Ao meu sobrinho Felipe, pelo sorriso sincero e doce que alegra os meus dias.

À minha vizinha, Iracema, a Tia Marlene, o Tio Vivaldo e a Jéssica e todos os outros membros da minha família.

AGRADECIMENTOS

A minha Orientadora Maria Cristina Sanches, pelos conhecimentos transmitidos;

A FAPEMIG pelo projeto;

Ao CNPQ pela bolsa;

Aos funcionários da UFU por terem me acolhido durante o período de graduação e mestrado;

Aos docentes, Juliana Marzinek, Orlando Cavalari de Paula, Ivan Schiavini, Maria Luiza Sant'anna Tucci, por aceitarem a fazer parte da minha banca;

Aos docentes da Pós Graduação em Biologia Vegetal, Diana Salles Sampaio, Jimi Naoki Nakajima, Livia Echternacht Andrade, Marli Aparecida Ranal, Paulo Eugênio A. M. Oliveira, Renata Carmo de Oliveira, pelas excelentes aulas;

A Nívia Mara Silva Rodrigues pelas orientações;

A equipe do Parque Sabiá, pela liberação do local para a montagem do experimento;

Ao Lázaro, Rafael de Oliveira Franca, Pedro Procópio, pela ajuda quando necessária;

Aos meus colegas de curso, Fernanda Lechado, Jessyca Alyne Lozasso, Manuela Bordignon Hermes, Lillian Flávia Araújo, Márcia Santos de Castro, Pamella Paula Diniz Alves, Roberta Mendes Isaac Ferreira, Tácito de Freitas Calácio, Taynara Dayane Guimarães Silva, Thais Arruda Costa Joca, Marília Marques, pela companhia;

A Camila, Dayana e Pamela pela amizade;

A minha família pelas palavras de incentivo.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	04
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	04
3.1. Local de estudo e obtenção das plântulas.....	04
3.2. Condições experimentais.....	05
3.3. Medidas fisiológicas.....	06
3.3.1. Medidas da fluorescência da clorofila e dos teores de pigmentos cloroplastídicos.....	06
3.3.2. Trocas gasosas.....	08
3.4. Medidas de crescimento.....	08
3.4.1 Altura, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar.....	09
3.4.2 Massa seca e distribuição de fotoassimilados.....	09
3.5. Análises dos dados.....	10
4. RESULTADOS.....	10
4.1 Medidas ambientais.....	10
4.2. Medidas fisiológicas.....	13
4.2.1 Medidas da fluorescência da clorofila.....	13
4.3 Pigmentos cloroplastídicos.....	15
4.4. Trocas gasosas.....	16
4.5. Medidas de Crescimento.....	17
4.5.1. Altura, diâmetro do caule e número de folhas.....	17
4.5.2 Massa seca.....	17
4.5.3. Distribuição de fotoassimilados.....	18

4.5.4. Área foliar, área foliar específica e razão de área foliar.....	20
5. DISCUSSÃO.....	20
6. CONCLUSÃO.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBIOLOGRÁFICAS.....	28
8. ANEXOS.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS

A_{CO_2} - Taxa de assimilação líquida do CO_2 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

A/E - Eficiência do uso da água ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

AFE- Área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)

Al - Altura (cm)

AFT - Área foliar total (cm^2)

BC- Borda de clareira

CL- Clareira

E - Taxa de transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

ETR - Taxa de transporte de elétrons através do fotossistema II ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

F_m - Fluorescência máxima

F_o - Fluorescência inicial

F_v/F_m - Rendimento quântico potencial do fotossistema II

$\Delta F/F_m'$ - Rendimento quântico efetivo do fotossistema II

g_s - Condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

IC Falker- Índice de clorofila Falker

MSC- Massa seca do caule (g)

MSF- Massa seca da folha (g),

MSR- Massa seca da raiz (g)

MST- Massa seca total (g)

NF - Número de folhas

PS- Pleno sol

RAF- Razão de área foliar ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$),

RFA- Radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

RFA_{folha} ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)- Radiação fotossinteticamente ativa no plano da folha

RMC- Razão da massa do caule (g g^{-1})

RMF- Razão de massa foliar (g g^{-1})

RMR- Razão da massa da raiz (g g^{-1})

SB- Sub-bosque

SU- Sunflecks

TCR- Taxa de crescimento relativo ($\text{mg g}^{-1} \text{dia}^{-1}$)

Temp- Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

URar- Umidade relativa do ar (%)

Φ - Diâmetro do caule (mm)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Valores médios da Radiação fotossinteticamente ativa, umidade relativa do ar e temperatura.....	12
Figura 2: Valores médios do rendimento quântico potencial do fotossistema II.....	13
Figura 3: Valores médios e erro padrão do rendimento quântico efetivo do fotossistema II, da taxa de transporte de elétrons e da radiação fotossinteticamente ativa no plano da folha	15
Figura 4: Valores médios da área foliar total, da área foliar específica e da razão de área foliar.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores médios do índice de clorofila Falker.....	16
Tabela 2: Valores médios da taxa de assimilação líquida de CO ₂ , da taxa de condutância estomática, da taxa de transpiração e da eficiência instantânea do uso da água.....	17
Tabela 3: Valores médios da altura, do número de folhas, do diâmetro do caule, da massa seca das folhas, do caule, e da raiz e massa seca total, razão massa seca das folhas, do caule e da raiz e taxa de crescimento relativo.....	19

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Mudanças de <i>Cybistax antisiphilitica</i> mantidas no sub-bosque.....	35
Anexo 2: Mudanças de <i>Cybistax antisiphilitica</i> mantidas na clareira.....	36
Anexo 3: Mudanças de <i>Cybistax antisiphilitica</i> mantidas em pleno sol.....	37

RESUMO

Luz apresenta uma ampla variação em ambientes florestais do Bioma Cerrado. *Cybistax antisiphilitica* (ipê-verde), ocupa fisionomias de cerrado sentido restrito, cerradões, além de áreas alteradas. Objetivou-se nesse trabalho compreender como plantas jovens de *C. antisiphilitica*, responde morfológica e fisiologicamente às alterações na intensidade de luz. Aos cinco meses de idade, 90 mudas de *C. antisiphilitica* foram levadas para um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Uberlândia-MG e foram divididas em três tratamentos: 50 foram colocadas no sub-bosque (SB), 20 em área de clareira (CL) e 20 em sol pleno (PS). Os cursos diários da fluorescência da clorofila *a* foram feitos no início, meio e fim da estação seca em 2015. Ao final do experimento, foram realizadas medidas do teor de clorofila, de trocas gasosas e de crescimento. No fim da estação seca, as plantas apresentaram fotoinibição dinâmica, demonstrada pela queda da razão entre fluorescência variável e fluorescência máxima (F_v/F_m) perto do meio-dia. Plantas sob PS apresentaram valores reduzidos do rendimento quântico efetivo ($\Delta F/F_m'$) que coincidiram com as maiores taxas de transporte de elétrons (ETR). Sob PS foram observados valores superiores da taxa de assimilação líquida de CO₂, da condutância estomática, da taxa de transpiração e da eficiência do uso da água bem como dos teores de clorofila em relação às plantas de CL e SB. O diâmetro do caule, a massa seca das folhas, caule e total e a taxa de crescimento relativo também foram maiores nas plantas mantidas em PS. Já a altura, a área foliar específica e a razão de área foliar, foram superiores em condições de SB. Através dos dados, conclui-se que *C. antisiphilitica* possui plasticidade para sobreviver em ambientes heterogêneos de luz das formações florestais do Cerrado, contudo desenvolve-se melhor em condições de pleno sol.

PALAVRAS-CHAVE: Área específica foliar, distribuição de fotoassimilados, fotoinibição, taxa de crescimento relativo, tolerância ao sombreamento.

ABSTRACT

Light varies widely in both time and space in forest formation of “Bioma Cerrado”. *Cybistax antisiphilitica* occurs in areas typical of this biome, such as cerrado *sensu stricto*, “cerradões”, and altered areas. The aim of this study was to understand the morphological and physiological responses of *C. antisiphilitica* to alterations in light intensity. Juvenile plants (5 month of age) were taken to a fragment of semideciduous forest in Uberlândia-MG, and were divided into three treatments: 50 were maintained under the canopy (UC) 20 were kept in small gap (SG) and 20 were maintained under in full sun (FS). The daily courses of chlorophyll *a* fluorescence were made at the beginning, middle and end of dry season in 2015. At the end of the experiment measurements of chlorophyll content, gas exchange and growth were made. The plants showed dynamic photoinhibition as exhibited by reductions on F_v/F_m close to midday at the end of the dry season. Regarding the effective quantum yield ($\Delta F/F_m$), plants under FS showed reduced values that coincided with the higher values of electron transport rates (ETR). Plants under FS showed higher values of net CO₂ assimilation rates, stomatal conductance, transpiration rates, water use efficiency and chlorophyll content compared to plants under UC. The stem diameter, dry mass of leaves and stem, total dry mass and relative growth rate were higher in plants under FS than plants under UC. On the other hand, plants under UC showed superior values of height, specific leaf area and leaf area ratio. Our results indicate that *C. antisiphilitica* has plasticity to survive in the contrasting light environments of the semideciduous forests, but this species was able to growth better under full sun conditions.

KEYWORDS: Specific leaf area, biomass distribution, photoinhibition, relative growth rate, shade tolerance

INTRODUÇÃO

Luz tem sido considerada como um dos principais recursos que afetam diretamente processos de crescimento e desenvolvimento de plantas (Valladares & Niinemets, 2008). Em função da variedade fitofisionômica, a variação do regime luminoso é bem pronunciada no Bioma Cerrado.

O Cerrado é o segundo maior Bioma brasileiro, com uma extensão territorial de aproximadamente 2 milhões de km². É sobreposto apenas pela Floresta Amazônica, que possui uma área de cerca de 5 milhões de km² (Ratter et al, 1997). Abrange aproximadamente 24% do território nacional e ocupa principalmente a região Centro-Oeste do país, mas também engloba parte dos estados do Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (Ribeiro & Walter, 1998). Este Bioma é caracterizado pelo clima temperado úmido, com Inverno seco e Verão quente (Alvares et al, 2013). Além do mais, é formado por várias fitofisionomias, que englobam tanto formações florestais, savânicas e campestres, totalizando onze tipos fitofisionômicos principais (Ribeiro & Walter, 1998). As fitofisionomias se distinguem por apresentarem variações quanto ao tipo e profundidade do solo, topografia, disponibilidade de nutrientes, hidrografia, frequência do fogo e quantidade de luz que chega até o chão (Rosa & Schivini, 2006; Ruggiero et al, 2006).

A floresta estacional semidecidual é uma das fitofisionomias florestais representantes do Cerrado. Estão associadas a solos desenvolvidos sob rochas de alta fertilidade e em Latossolos vermelho-escuros, de média fertilidade (Oliveira-Filho & Ratter, 2002). A vegetação é predominantemente arbórea, com indivíduos apresentando alturas entre 20-30 m (Veloso et al, 1991). Devido à presença de um dossel mais elaborado, a luz para as plântulas que crescem em um ambiente de floresta estacional semidecidual será fator limitante para a fotossíntese e o crescimento.

Contudo, em função da sazonalidade climática, o regime de luz nas florestas semidecíduais é bastante heterogêneo. No período chuvoso, as copas das árvores são densas. Assim, a luz difundida, transmitida e refletida no interior da floresta (radiação difusa de fundo) é mínima e formada pelo comprimento de onda na faixa do vermelho longo. Neste ambiente, somente plantas tolerantes ao sombreamento serão capazes de sobreviver. No sub-bosque pode ocorrer também a radiação solar direta, chamada de “sunflecks”. Esses “sunflecks” são muito importantes para o maior ganho de carbono diário pelas plantas que vivem em ambiente limitado pela luz (Percy, 1983). Durante a estação seca, devido à diminuição da disponibilidade de água no solo, parte das plantas perdem suas folhas. Com a queda das folhas, clareiras também serão formadas. Assim, plantas que estavam sombreadas são expostas, durante a estação seca, a intensidades de luz mais altas (Venturoli et al, 2012).

Os valores elevados ou reduzidos de luz podem ser fatores limitantes para o ganho de carbono. Enquanto a alta intensidade de luz pode induzir a fotoinibição (efeito da debilitação da capacidade fotossintética pela alta intensidade de luz visível), a baixa disponibilidade age também no aparato fotossintético reduzindo as taxas fotossintéticas, e conseqüentemente, o ganho de carbono pelas plantas (Long et al, 1994; Valladares & Percy, 1998; Valladares & Niinemets, 2008). Sendo assim, plantas aclimatadas a ambientes mais abertos devem desenvolver mecanismos para minimizar os danos fotoinibitórios causados pela alta irradiância, enquanto as plantas de ambientes sombreados devem apresentar estratégias para tentar maximizar os processos de captura de luz e, assim, conseguir manter um balanço positivo de carbono sob condições limitantes de energia (Ronquim et al, 2003). Uma das estratégias das plantas sob condições limitantes de energia seria o maior investimento em biomassa da parte aérea, ou seja, as plantas tendem a exibir proporcionalmente maior área foliar por unidade de biomassa total. Apresentam também superfícies foliares maiores em

relação à sua massa foliar, quando comparadas às espécies que crescem sob o sol (Felfili et al, 2001; Hoffmann & Franco, 2003; Hoffmann, 2005).

O Cerrado está sofrendo intensas degradações por causa da agricultura e pecuária, o que leva a uma fragmentação da vegetação natural. Pelo fato das monoculturas apresentarem baixa altura e os ambientes de pasto não apresentarem muita vegetação, os fragmentos passam a sofrer modificações abióticas e biológicas. Essas modificações, principalmente o aumento da luz incidente, vão levar a uma reestruturação da vegetação existente no local (Diniz, 1984; Murcia, 1995; Ribeiro- Lima, 2008).

O grau de plasticidade e a magnitude das repostas morfofisiológicas em relação à variação de luz é inerente a cada espécie, podendo desempenhar um papel fundamental na sobrevivência de plantas em ambientes heterogêneos e variáveis (Petit et al, 1996). A espécie *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart. popularmente conhecida como ipê-verde ou ipê-caroba, pertence à família Bignoniaceae. Sua ocorrência é ampla, ocupando fitofisionomias de cerrado sentido restrito, cerradões, além de áreas alteradas. São facilmente visualizadas em áreas mais abertas e beira de estradas, devido a sua arquitetura peculiar, com copa comprida e afilada (Guilherme et al, 2011). É considerada por alguns autores como planta pioneira e tem preferência a solos arenosos e pedregosos (Ortoloni et al, 2008). É uma árvore de porte pequeno, possui casca grossa e produz grande volume de sementes com alas hialinas e assimétricas, que não apresentam dormência e dispersam-se com aproximadamente 10% de teor de água, levando até 26 dias para germinar (Oliveira et al, 2006; Salomão et al, 2003). É utilizada em programas de reflorestamento destinados a recomposição da vegetação, além de ser utilizada na arborização de ruas e parques. Sua madeira tem pouca importância na construção civil, pois é pouco resistente ao apodrecimento, por este motivo é empregada na fabricação de ripas, caixas e pasta celulósica (Durigan et al, 2004).

Estudos referentes à variação de luz no desenvolvimento inicial de plantas têm sido utilizados como forma de subsidio para programas de reflorestamento de áreas degradadas. A espécie *C. antisyphilitica*, já é inserida em reflorestamentos mistos porém, ainda existe pouca informação na literatura a respeito de seu crescimento e desenvolvimento inicial (Ortoloni et al, 2008). O presente trabalho tem como objetivo central compreender como *Cybistax antisyphilitica*, responde fisiologicamente às heterogeneidades do ambiente de luz das florestas estacionais semidecíduais. Para isso um estudo comparativo das respostas ecofisiológicas das plantas crescendo sob condições de sombreamento natural foi desenvolvido.

2) OBJETIVOS

Comparar o crescimento, a massa seca, a área foliar, a distribuição de fotoassimilados e a taxa de crescimento relativo assim como avaliar o grau de fotoinibição e as trocas gasosas, em plantas jovens de *C. antisyphilitica* mantidas no sub-bosque, clareira e pleno sol em um fragmento de floresta estacional semidecidual.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de estudo e obtenção das plântulas

O experimento foi realizado na cidade de Uberlândia- MG, inicialmente nas dependências do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia e posteriormente em um fragmento de floresta semidecidual pertencente ao Parque Municipal do Sabiá. O parque está situado entre as coordenadas 18°54'52"S e 48° 14'02"O (Rosa & Schiavini, 2006). A região possui clima temperado húmido, do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen com Inverno seco (Março a Outubro) e Verão quente (Novembro a Fevereiro). A precipitação média anual é de 127 mm, onde maior quantidade das chuvas

ocorrem entre Novembro e Fevereiro. A temperatura média anual permanece em torno de 20,1°C na estação seca e 22,6°C na estação chuvosa (Alvares et al, 2013).

As sementes de *Cybistax antisyphilitica* utilizadas no experimento foram coletadas em Agosto de 2014, a partir de três indivíduos encontrados no município. Seguida à coleta, as sementes foram levadas ao laboratório da universidade, onde foram beneficiadas, contadas e armazenadas sob temperatura controlada. No dia 20 de Agosto de 2014, após a retirada parcial das alas, as sementes foram colocadas para germinar. Para isso, foram utilizadas seis 6 bandejas perfuradas na base com 70 células cada, preenchidas com substrato Plantmax® . Essas bandejas foram mantidas em viveiro e aguadas diariamente.

Após a emergência dos cotilédones e do primeiro par de folhas, no dia 30 de Janeiro de 2015, 100 mudas foram transferidas para vasos de polietileno com capacidade de 3l e mantidas em viveiro por mais quatro dias. Os vasos continham solo do cerrado, areia e vermiculita (2:1:1).

No dia 4 de Fevereiro de 2015, 90 plântulas foram levadas para o fragmento de floresta estacional semidecidual pertencente ao Parque Municipal do Sabiá. Neste período, seis plantas foram utilizadas para compor os dados iniciais de crescimento. Para as medidas iniciais, as plantas foram cuidadosamente retiradas da bandeja, lavadas e separadas em folhas, caule e raiz. Cada parte foi individualizada em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçado a 70° por 48 horas. A pesagem foi feita em balança de analítica de precisão com quatro casas decimais.

3.2. Condições experimentais

Com cinco meses de idade, as plantas foram levadas para a área experimental e foram divididas em três tratamentos: 50 indivíduos foram colocados no interior da mata no sub-bosque, abaixo do dossel (SB) (Anexo 1), 20 foram colocados em uma clareira pequena com

tamanho inferior a 100 m² (CL) (Anexo 2) e 20 foram mantidos fora da área florestal sob pleno sol (PS) (Anexo 3) (Martins et, al 2008). As plantas foram regadas com frequência e foi aplicada a cola Entomológica Coli ao redor de todos os potes para evitar possíveis ataques de formigas.

O Fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (FFFA- $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foi medido no dia 17 de Abril de 2015, 01 de Junho de 2015 e 18 de Setembro de 2015 (dias de céu claro, sem nebulosidade), por volta das 8h, 10h, 13h, 14h e 17h, com o uso de um sensor quântico da Licor-LI190. Para compor as médias de FFFA foram utilizadas 15 medidas, para cada ambiente encontrado (Pleno sol (PS), Sub-bosque (SB), borda de clareira (BC) e clareira (CL)). Adicionalmente, no ambiente de sub-bosque, as medidas também foram feitas sob o “sunflecks” (SU). A umidade relativa do ar (URar-%) e a temperatura (Temp- °C) também foram registradas nos mesmos dias e horários com o auxílio de um termo-higrômetro digital (Incoterm). O sensor foi instalado à sombra e após a estabilização do equipamento, os dados foram registrados.

3.3. Medidas fisiológicas

3.3.1. Medidas da fluorescência da clorofila e dos teores de pigmentos cloroplastídicos

Os cursos diários da fluorescência da clorofila *a* foram feitos na primeira ou segunda folha completamente expandida e saudável, contando-se a partir do ápice, em cinco plantas por tratamento (PS, SB, CL), utilizando-se um medidor de fluorescência modulado (Mini-PAM, HeinzWalz, Effeltrich, Germany). O equipamento foi projetado para avaliar a ocorrência de fotoinibição em folhas e também para avaliar a eficiência da utilização da luz e capacidade fotossintética, por meio do cálculo da taxa de transporte de elétrons sob condições de campo (White & Critchley, 1999).

A fluorescência máxima (F_m) e a fluorescência inicial (F_0), foram determinadas após 30 minutos de adaptação das folhas ao escuro. Esta adaptação foi proporcionada em apenas uma área circular do limbo foliar, com o uso de pinças apropriadas para este fim. Estes dados foram utilizados para compor os valores do rendimento quântico potencial do fotossistema II, como $[F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m]$ (Ribeiro et al, 2005). O rendimento quântico efetivo do fotossistema II, com a amostra sob condições naturais de luz, foi calculado como $\Delta F/F_m' = F_m' - F/F_m'$ (Genty, 1989). A taxa de transporte de elétrons através do fotossistema II (ETR - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foi obtida como $\text{ETR} = \Delta F/F_m' \cdot 0,5 \cdot \text{RFA}_{\text{folha}} \cdot 0,84$, onde 0,5 é um fator de multiplicação no qual, se assume que a fotoquímica do fotossistema I equipara-se a fotoquímica do fotossistema II, $\text{FFFA}_{\text{folha}}$ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) é o fluxo de fótons fotossinteticamente ativos que chegam na superfície da folha, e que é obtida com micro sensor quântico do Mini-PAM e 0,84 corresponde a um fator de correção referente à fração de luz que é absorvida pelas folhas (White & Critchley, 1999). Estas medidas foram conduzidas em diferentes períodos do experimento, em 17 de Abril, 01 de Junho e 18 de Setembro de 2015 iniciando-se no período da manhã perto das 8h e finalizando perto das 17h.

Ao final do experimento, no dia 18 de Setembro de 2015 por volta das 17h, foram realizadas medidas não destrutivas dos teores de clorofila. Para isso, foi determinado o índice de clorofila Falker (IC Falker), utilizando-se o equipamento portátil Clorofilog (CFL 1030) da Empresa Falker, RS, Brasil. O equipamento estima de forma indireta o conteúdo de clorofila *a* e *b*, com base nos padrões de absorção de luz pelos pigmentos. Antes da leitura, o equipamento foi calibrado conforme instrução do fabricante e as medidas foram feitas em cinco plantas por tratamento, nas mesmas folhas utilizadas para as medidas de fluorescência da clorofila (Sanches et al, 2014).

3.3.2) Trocas gasosas

As medidas das taxas de assimilação líquida do CO₂ (A_{CO_2} - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a taxa de transpiração (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foram determinadas com um sistema portátil de análise de trocas gasosas no infra-vermelho (IRGA - Infra-red Gas Analyser – Lcpro ADC). O sistema de trocas gasosas do aparelho é aberto, de maneira que o fluxo de ar fresco (novo) seja contínuo. As medidas foram feitas no dia 19 de Setembro de 2015, no período matutino, entre 8h e 11h, em cinco plantas por tratamento, utilizando-se a folha mais expandida e saudável a partir do ápice da planta. Através da razão entre taxa assimilação líquida de CO₂ e a taxa de transpiração, foi calculada a eficiência do uso da água (A/E - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). O sistema foi conectado a uma fonte externa de lâmpada de halogênio, o qual permite o controle da luz que incidente sobre a folha. Conforme os valores da radiação fotossinteticamente ativa encontrados nos ambientes de pleno sol e clareira, trabalhou-se com intensidade de luz de 900 e 600 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente. Para as medidas entre as plantas mantidas no sub-bosque optou-se por trabalhar com intensidade de luz de 350 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Este valor com frequência foi registrado nos eventos de ocorrência de “sunflecks” no sub-bosque.

3.4 Medidas de crescimento

As plantas foram mantidas nos tratamentos citados acima por um período de 229 dias. Ao final do experimento, em 21/09/2015, as plantas foram retiradas da área experimental e levadas à Universidade. Neste dia as seguintes medidas foram registradas: altura (Al), diâmetro do caule (Φ), número de folhas (NF), área foliar total (AFT) e massa seca das folhas (MSF), caules (MSC) e raízes (MSR) e total (MST). A partir destes dados, as seguintes variáveis foram calculadas: área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF), razão da massa do caule (RMC), razão da massa da raiz (RMR) e taxa de

crescimento relativo (TCR). Todas as medidas de crescimento foram realizadas em 10 plantas por tratamento. Segue abaixo a descrição detalhada de cada medida efetuada.

3.4.1 Altura, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar

A Al (cm) dos indivíduos mantidos nos respectivos tratamentos (PS, SB, CL) foi medida do colo da planta até o seu ápice, com auxílio de régua milimetrada. O Φ (mm), medido na base do caule, foi determinado com uso de um paquímetro digital e o NF presentes também foi registrado. Em seguida as folhas foram coletadas para determinação da AFT (cm²). As folhas foram digitalizadas e a área foliar determinada com o auxílio do programa software ImageJ 1.31v (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>).

3.4.2 Massa seca e distribuição de fotoassimilados

As plantas foram cuidadosamente retiradas dos vasos de polietileno, lavadas e separadas em folhas, caule e raiz. Após a lavagem cuidadosa da planta, cada parte foi individualizada em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de 70 °C por no mínimo 48h. Em seguida a MSF (g), MSC (g), MSR (g) e MST (g) foram determinadas em balança analítica com precisão de quatro casas decimais. A partir dos dados primários da MSF e da AFT, foi calculada a AFE (cm². g⁻¹), que trata área foliar exibida por unidade de massa foliar e a RAF (cm². g⁻¹), definida como área foliar total produzida em relação à massa total da planta.

A distribuição de fotoassimilados para os diferentes órgãos das plantas foi determinada através das razões: RMF (g. g⁻¹), RMC (g. g⁻¹), RMR (g. g⁻¹), conforme descrito em Hunt (1982). Estas razões referem-se à massa seca do referido órgão (caule, folhas ou raiz) dividido pela massa seca total. Desta forma, o valor é um simples índice da

importância de um componente da planta em relação à planta toda (Hunt, 1982; Lambers & Poorter, 1992).

A TCR ($\text{mg. g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), que expressa o aumento da massa seca por unidade de tempo, em relação à massa inicial da planta foi calculada pela seguinte fórmula:

$$TCR = \frac{\ln M_2 - \ln M_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{mg. g}^{-1} \text{ dia}^{-1}) \text{ eq. (1)}$$

Onde: M_1 = massa seca total no tempo 1 (mg), M_2 = massa seca total no tempo 2 (mg), t_1 = tempo da primeira coleta (dias), t_2 = tempo da segunda coleta (dias) e \ln = logaritmo natural.

3.5 Análise dos dados

Após a verificação da normalidade dos dados pelo teste de Lilliefors, a influência da intensidade de luz sob os parâmetros de crescimento e fisiológicos foi avaliada pela análise de variância simples (One-way ANOVA). Quando as diferenças foram significativas, foi aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade para comparação entre os tratamentos. Para as medidas relacionadas a fluorescência da clorofila *a*, foi aplicada estatística descritiva, com uso de médias e erro padrão.

4. RESULTADOS

4.1 Medidas ambientais

De forma geral, o fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (FFFA) apresentou valores mais altos sob condição de pleno sol, seguido pela clareira e mais baixos no sub-bosque. Sob pleno sol os valores mais elevados foram em torno de $1133 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e ocorreram em Setembro entre 10 e 12 horas. Já na borda de clareira os valores registrados do FFFA variaram em torno de 3 a $163 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. No centro da clareira os valores do FFFA

variaram entre 192 a 1019 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, valores estes registrados em abril e junho respectivamente. No sub-bosque os valores do FFFA foram bem reduzidos variando entre 2 a 45 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Contudo, no sub-bosque observaram-se incrementos do FFFA sob “sunfleck” cujos valores foram de 568, 58 e 818 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nos meses de Abril, junho e setembro, respectivamente (Figura 1). Quanto à temperatura, os maiores valores foram registrados em Setembro. Tanto sob pleno sol, como em clareira, as variações na temperatura foram mais pronunciadas, quando comparadas ao ambiente de sub-bosque (Figura 1). Considerando a umidade relativa do ar, observam-se valores acima de 65% no mês de Abril em todos os ambientes, enquanto que no mês de Setembro, ao final da estação seca foram observados valores de 15% em pleno sol e clareira, e de 44% no sub-bosque (Figura 1).

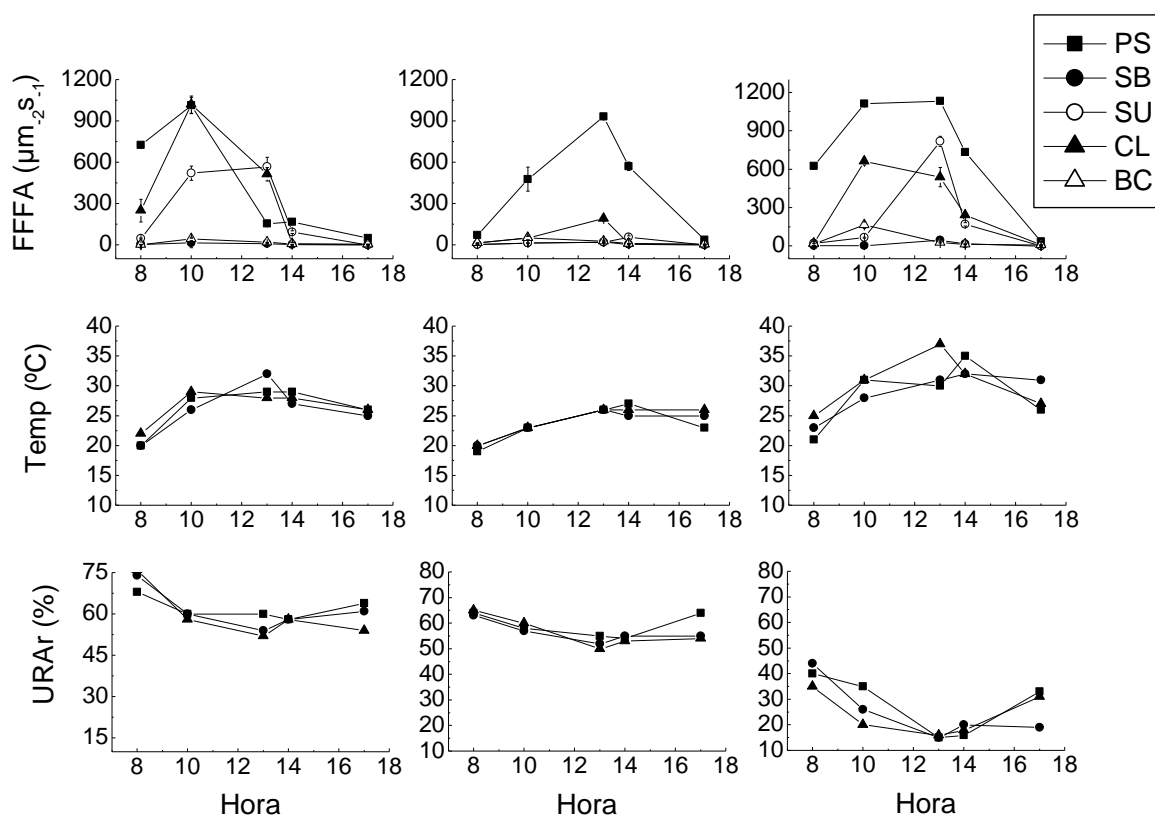


FIGURA 1: Valores médios do Fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (FFFA- $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura (Temp - $^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (URar-%), das 5 medidas realizadas, por volta das 8h, 10h, 13h, 14h e 17h, no pleno sol (PS), Sub-bosque (SB), nos Sunfleckes (SU), clareira (CL) e Borda de clareira (BC). As medidas de URar e Temp. foram feitas somente no PS, SB e CL.

4.2. Medidas fisiológicas

4.2.1 Medidas da fluorescência da clorofila

Os valores da razão F_v/F_m , que foram medidos após a adaptação da folha ao escuro, foram superiores a 0,82 entre as plantas de *C. antisiphilitica* mantidas sob condições de clareira e sub-bosque em Abril de 2015, ao passo que entre as plantas mantidas sob pleno sol, os valores da razão F_v/F_m foram, em média, 0,76, próximo das 14 horas. A mesma tendência é observada em Junho de 2015. Contudo, em 18 de Setembro as plantas sob pleno sol apresentaram gradual decaimento da razão F_v/F_m ao longo do dia, com valores em torno de 0,69 e 0,70 entre 12 e 14 horas, mas apresentando recuperação ao final do dia com valores da razão F_v/F_m acima de 0,80. Neste mesmo dia observa-se também um decaimento da razão F_v/F_m no meio do dia entre as plantas de clareira e sub-bosque, mas também com recuperação ao final do dia (Figura 2).

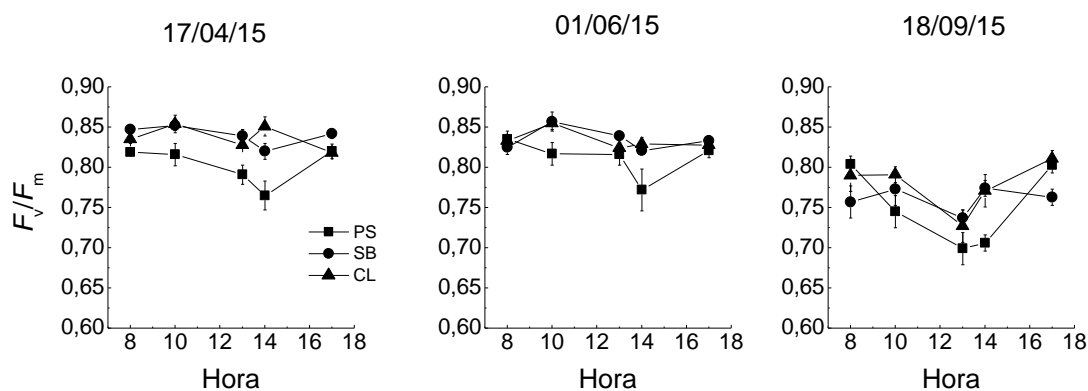


FIGURA 2: Valores médios do rendimento quântico potencial do fotossistema II (F_v/F_m) das 5 medidas realizadas por volta das 8h, 10h, 13h, 14h e 17h, nos dias 17/04/15, 01/06/2015 e 18/09/2015. As medidas foram feitas no pleno sol (PS), Sub-bosque (SB) e clareira (CL), utilizando-se 5 plantas de *Cyristax antisiphilitica* Mart. por tratamento.

Analisando-se as medidas de fluorescência efetuadas no claro, observa-se, no dia 17/04/15, que os menores valores de rendimento quântico efetivo ($\Delta F/F_m'$) em pleno sol, foram encontrados entre as 8h e 10h (0,19 e 0,24, respectivamente). A partir desse horário houve um aumento dos valores de $\Delta F/F_m'$, atingindo 0,74 ao fim do dia. Entre as plantas mantidas em sub-bosque, o $\Delta F/F_m'$ foi inferior a 0,80 durante as quatro primeiras medidas realizadas, com menores valores encontrados por volta das 10 e 13h (0,51 e 0,41 respectivamente) e aumento em torno das 17 horas. Entre as plantas mantidas em clareira, os valores de $\Delta F/F_m'$ foram inferiores a 0,80 ao longo do dia, com menores valores encontrados por volta da 10h (0,22) e com recuperação na última avaliação. De forma geral, em Junho de 2015 os valores de $\Delta F/F_m'$ foram maiores em relação aos valores obtidos em Abril no decorrer do dia, tanto nas plantas mantidas à sob pleno sol, como as mantidas em clareira e sub-bosque. Já em Setembro de 2015 os valores de $\Delta F/F_m'$ variaram entre 0,28 a 0,36 entre as plantas de pleno sol, apresentando recuperação perto das 17h. Tanto entre as plantas de clareira, como aquelas mantidas no sub-bosque, a variação dos valores de $\Delta F/F_m'$ ao longo do dia seguem a mesma tendência, com maiores valores no início e final do dia e menores valores nas demais medidas (Figura 3).

A taxa de transporte de elétrons (ETR) segue as variações observadas no fluxo de fótons fotossinteticamente ativos no plano da folha e uma tendência oposta ao observado em $\Delta F/F_m'$. Assim, o maior valor de ETR entre as plantas mantidas em pleno sol foi 142,82 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e entre as plantas mantidas na clareira os maiores valores foram de 101,98 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, que coincidem com o pico do FFFA observado no horário no mês de Abril (Figura 3). Já entre as plantas de sub-bosque, os valores de ETR variaram entre 5,28 a 53,68 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Em Junho, o qual caracteriza o mês de inverno, os valores de ETR foram mais baixos entre as plantas mantidas nos três tratamentos. Em Setembro, os valores de ETR entre as plantas mantidas em pleno sol variou de 12 a 154,30 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, entre 1,40 a 100,74 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ nas

plantas mantidas em clareira, ao passo que entre as plantas mantidas em sub-bosque a variação em ETR foi entre 0,38 a 31,90 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Figura 3).

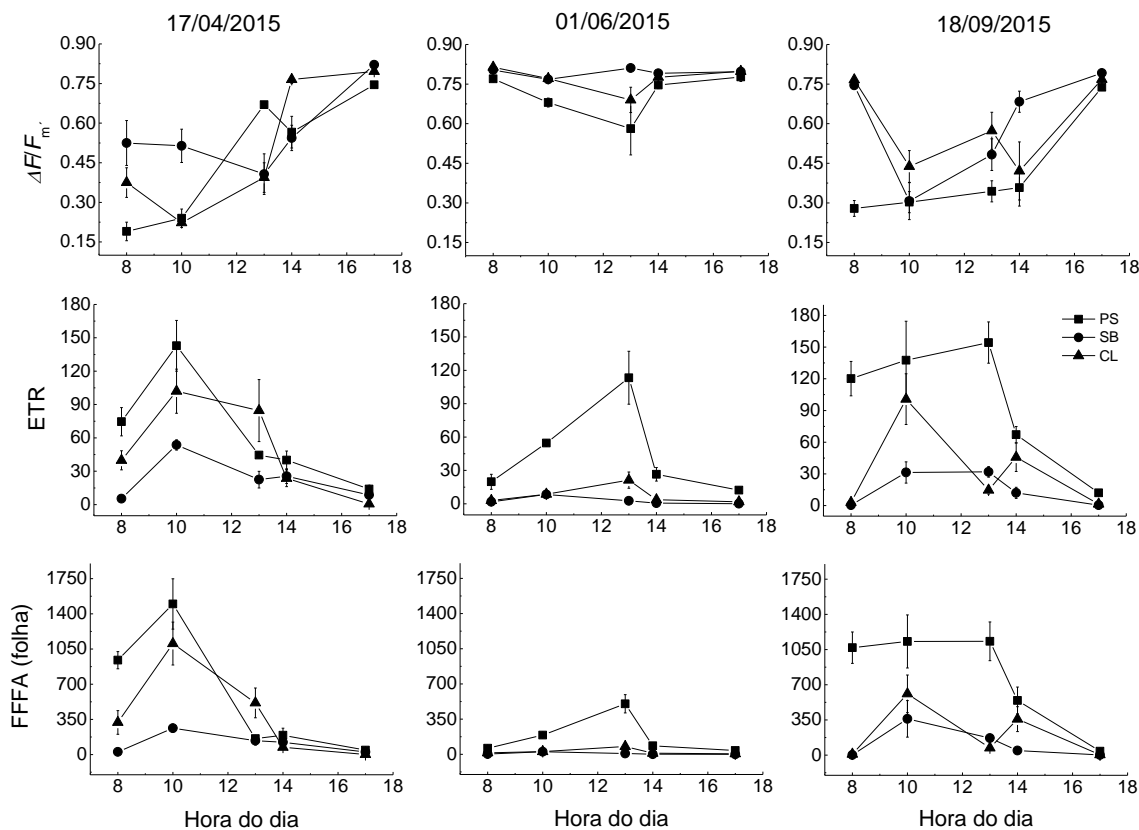


FIGURA 3: Valores médios e erro padrão do rendimento quântico efetivo do fotossistema II ($\Delta F/F_m$), da taxa de transporte de elétrons (ETR- $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e da radiação fotossinteticamente ativa no plano da folha (FFFA_{folha}- $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) das 5 medidas realizadas, às 8h, 10h, 13h, 14h e 17h, nos dias 17/04/15, 01/06/2015 e 18/09/2015. As medidas foram feitas no pleno sol (PS), Sub-bosque (SB) e clareira (CL), utilizando-se 5 plantas de *Cydistax antispyhilitica* Mart. por tratamento.

4.3 Pigmentos cloroplásticos

Os valores do índice de clorofila Falker revelam que as plantas de *C. antispyhilitica* apresentaram teores mais altos de clorofila *a* em pleno sol (32,05), seguidos de clareira (26,05) e mais baixos no sub-bosque (20,60) ($p= 0,0006$) (Tabela 1). Considerando-se os teores de clorofila *b* os maiores teores foram observados apenas entre as plantas mantidas sob

pleno sol, enquanto as que plantas mantidas em clareira e sub-bosque não apresentaram diferenças significativas entre si ($p = 0,0019$). A clorofila total também apresentou o mesmo comportamento da clorofila *a*, com valores mais altos em pleno sol (45,53), seguido de clareira (34,98) e mais baixos no sub-bosque (25,88), ($p=0,0003$). Já na razão clorofila *a/b*, verificou-se o oposto do ocorrido na clorofila *a* e total, onde valores mais altos foram encontrados entre as plantas mantidas em sub-bosque (4,03), seguido de clareira (3,05) e menor em pleno sol (2,44), ($p=0,0417$) (Tabela 1).

TABELA 1: Valores médios do índice de clorofila Falker em plantas jovens de *Cydistax antisiphilitica* Mart. referentes aos tratamentos de pleno sol, clareira e sub-bosque. Os valores entre parênteses representam o erro padrão e as letras diferentes entre colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($n = 5$).

Tratamentos	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total	Razão clorofila a/b
Pleno sol	32,05 ($\pm 1,08$) a	13,48 ($\pm 1,22$) a	45,53 ($\pm 1,87$) a	2,44 ($\pm 0,20$) b
Clareira	26,05 ($\pm 1,43$) b	8,93 ($\pm 1,05$) b	34,98 ($\pm 1,98$) b	3,05 ($\pm 0,32$) ab
Sub-bosque	20,60 ($\pm 0,63$) c	5,28 ($\pm 0,43$) b	25,88 ($\pm 0,57$) c	4,03 ($\pm 0,44$) a

4.4. Trocas gasosas

A taxa de assimilação líquida de CO_2 (A_{CO_2}) foi maior entre as plantas mantidas em pleno sol e clareira, apresentando valores de $13,35 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e $11,02 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente, ao passo, que entre as plantas mantidas em sub-bosque, uma redução significativa da A_{CO_2} foi observada ($p < 0,0001$). O mesmo padrão foi observado para a condutância estomática ($p = 0,001$) e taxa de transpiração ($p = 0,0005$). A eficiência do uso da água foi mais alta entre as plantas mantidas em pleno sol (4,84), seguido das plantas sob clareira (3,82) e mais baixa nas plantas de sub-bosque (2,00) ($p < 0,0001$) (Tabela 2).

TABELA 2: Valores médios da taxa de assimilação líquida de CO₂ (A_{CO_2} - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), da taxa de condutância estomática (g_s - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), da taxa de transpiração (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e da eficiência instantânea do uso da água (A/E - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em plantas *Cybistax antisifilitica* sob condições de pleno sol, clareira e sub-bosque em uma Floresta Estacional Semidecidual (FES). Os valores entre parênteses representam o erro padrão e as letras diferentes entre colunas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($n = 4$).

Tratamentos	A_{CO_2}	g_s	E	A/E
Pleno Sol	13,35 ($\pm 0,55$) a	0,18 ($\pm 0,02$) a	2,79 ($\pm 0,22$) a	4,82 ($\pm 0,25$) a
Clareira	11,02 ($\pm 0,77$) a	0,14 ($\pm 0,009$) a	3,00 ($\pm 0,27$) a	3,82 ($\pm 0,004$) b
Sub-bosque	3,26 ($\pm 0,45$) b	0,06 ($\pm 0,007$) b	1,61 ($\pm 0,15$) b	2,00 ($\pm 0,55$) c

4.5. Medidas de Crescimento

4.5.1. Altura, diâmetro do caule e número de folhas:

A altura foi maior entre as plantas mantidas em sub-bosque (3,76 cm) e clareira (5,20 cm) e menor em pleno sol (1,95 cm) ($p = 0.0002$). Plantas mantidas em pleno sol apresentaram maior diâmetro do caule quando comparada às plantas do sub-bosque, ao passo que as plantas mantidas em clareira apresentaram valores intermediários ($p = 0,007$). O número de folhas não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0,78$) (Tabela 3).

4.5.2 Massa seca

Maiores valores de massa seca do caule e massa seca das folhas foram observados entre as plantas mantidas em pleno sol, quando comparadas às plantas mantidas em clareira e sub-bosque ($p = 0,002$ e $p = 0,005$, respectivamente), ao passo que a massa seca da raiz não

diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($p = 0,12$). Considerando-se o acúmulo de massa seca total, plantas mantidas sob pleno sol apresentaram maior massa seca em relação às plantas mantidas em sub-bosque, ao passo que as plantas da clareira apresentaram valores similares entre as plantas mantidas em pleno sol e sub-bosque ($p = 0,001$) (Tabela 3).

4.5.3. Distribuição de fotoassimilados

Com relação à razão massa seca das folhas (RMF), caule (RMC) e raiz (RMR) não apresentaram diferenças significativas entre os três tratamentos (RMF: $p = 0,10$; RMC: $p = 0,62$; RMR: $p = 0,15$). Já a taxa de crescimento relativo (TCR) foi maior em pleno sol ($5,72 \text{ mg g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) quando comparada às plantas de sub-bosque ($3,15 \text{ mg g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) ao passo que as plantas mantidas em clareira alcançaram valores das TCR ($4,12 \text{ mg g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) similares entre as plantas mantidas em pleno sol e no sub-bosque ($p = 0,01$) (Tabela 3).

TABELA 3. Valores médios da altura (Al- cm), do diâmetro do caule (Φ - mm), do número de folhas (NF), da massa seca das folhas (MSF - g), do caule (MSC -g), e da raiz (MSR - g) e massa seca total (MST - g), razão massa seca das folhas (RMF- g. g⁻¹), do caule (RMC- g. g⁻¹) e da raiz (RMR- g. g⁻¹) e taxa de crescimento relativo (TCR mg. g⁻¹ dia⁻¹) em plantas jovens de *Cybistax antisiphilitica* Mart. referentes aos tratamentos de pleno sol (PS), clareira (CL) e sub-bosque (SB). Os valores entre parênteses representam o erro padrão e as letras entre colunas indicam diferença significativa pelo teste Tukey a 5% (n = 10).

Variáveis	PS	CL	SB
Al	1,95 (\pm 0,42) b	5,20 (\pm 0,46) a	3,76 (\pm 0,43) a
Φ	1,97 (\pm 0,13) a	1,60 (\pm 0,10) ab	1,46 (\pm 0,06) b
NF	5,40 (\pm 0,79) a	4,90 (\pm 0,69) a	4,70 (\pm 0,68) a
MSF	0,28 (\pm 0,06) a	0,14 (\pm 0,02) b	0,11 (\pm 0,01) b
MSC	0,09 (\pm 0,01) a	0,05 (\pm 0,01) b	0,05 (\pm 0,01) b
MSR	0,55 (\pm 0,11) a	0,43 (\pm 0,06) a	0,32 (\pm 0,04) a
MST	0,91 (\pm 0,15) a	0,62 (\pm 0,04) ab	0,48 (\pm 0,08) b
RMF	0,32 (\pm 0,05) a	0,23 (\pm 0,02) a	0,24 (\pm 0,02) a
RMC	0,10 (\pm 0,01) a	0,10 (\pm 0,01) a	0,11 (\pm 0,01) a
RMR	0,58 (\pm 0,05) a	0,68 (\pm 0,02) a	0,66 (\pm 0,02) a
TCR	5,72 (\pm 0,02) a	4,12 (\pm 0,64) ab	3,15 (\pm 0,64) b

4.5.4. Área foliar, área foliar específica e razão de área foliar

Os valores da área foliar total produzida pelas plantas variaram entre 35 a 44 cm², não apresentando diferenças significativas entre os tratamentos ($p = 0,55$). Contudo, a área foliar específica foi maior entre as plantas de sub-bosque, seguida pelas plantas de clareira e foi menor entre as plantas mantidas em pleno sol ($p < 0,0001$). Quanto a razão área foliar, nas plantas mantidas no sub-bosque, estas apresentaram valores superiores em relação às plantas sob pleno sol, ao passo que plantas de clareira apresentaram valores intermediários entre as de pleno sol e sub-bosque ($p = 0,03$) (Figura 4).

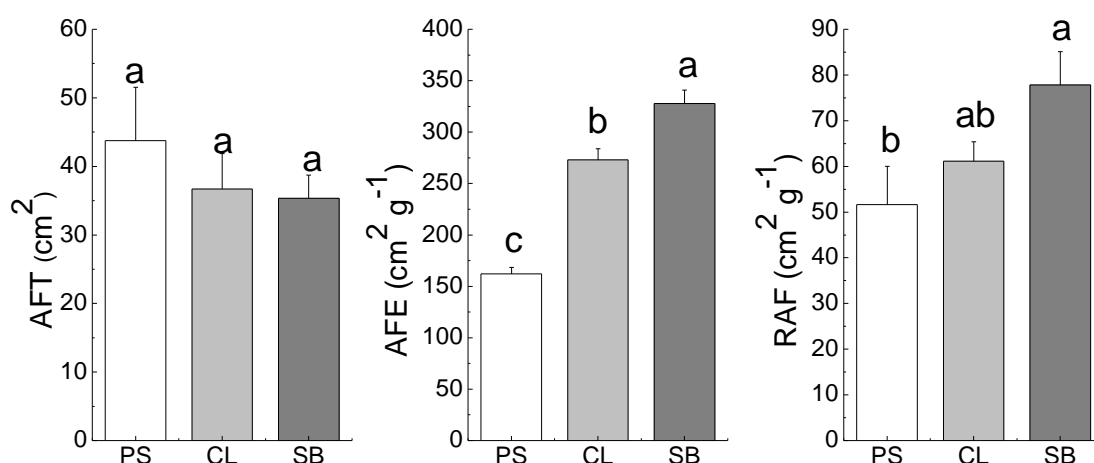


FIGURA 4: Valores médios da área foliar total (AFT), da área foliar específica (AFE - cm² g⁻¹) e da razão de área foliar (RAF - cm² g⁻¹) em plantas jovens de *Cydistax antisiphilitica* Mart. referentes aos tratamentos de pleno sol (PS), clareira (CL) e sub-bosque (SB). As letras apresentadas indicam diferença significativa pelo teste Tukey a 5% de probabilidade ($n = 10$).

5. DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados, observa-se que o rendimento quântico potencial (F_v/F_m) apresentou valores abaixo de 0,740 somente no dia 18/09/15. A queda da razão F_v/F_m ocorreu nos três tratamentos, porém permaneceu por mais tempo nas plantas

mantidas em pleno sol. Nota-se também que a redução do rendimento quântico potencial foi temporária e a razão F_v/F_m retornou ao seu valor mais alto quando o fluxo fotônico decresceu, no fim do dia (Figura 1). De acordo com Lichtenthaler et al (2005), quando a razão F_v/F_m apresenta valores entre 0,740 e 0,850 é porque as plantas não estão fotoinibidas. E segundo Lüttge (2008) quando os valores de rendimento quântico potencial diminuem nos horários de maior intensidade de luz e no fim do dia atingem valores próximos a 0,80, a fotoinibição é do tipo dinâmica. Esse tipo de fotoinibição é causada pelo desvio da energia luminosa absorvida em direção à dissipação de calor e a queda temporária da razão F_v/F_m não altera as taxas de fotossíntese máxima (Maxwell & Johnson, 2000).

Os valores obtidos do rendimento quântico efetivo ($\Delta F/F_m$), isto é, com as folhas expostas a luz natural, próximos a 0,80, indicam que toda a energia absorvida pela planta está sendo utilizada no processo fotoquímico. Quando esse valor diminui é porque a energia, antes utilizada pelo processo fotoquímico, está sendo desviada e dissipada na forma de fluorescência ou na forma de calor. Geralmente, menores valores de $\Delta F/F_m$ ocorrem quando a intensidade da luz que chega sobre a folha é alta (Maxwell & Johnson, 2000). Já a taxa de transporte de elétrons ETR é um bom parâmetro para indicar danos no aparato fotossintético. Se a ETR estiver alta durante os picos de maior intensidade de luz, significa que o transporte de elétrons está ocorrendo normalmente porém, se esse valor for baixo, quer dizer que o excesso de luz danificou o aparato fotossintético (Maxwell & Johnson, 2000). De acordo com os resultados do presente trabalho, nota-se que *C. antisiphilitica*, nos três tratamentos avaliados conseguiu ajustar seu aparato fotossintético de acordo com a intensidade de luz a qual a folha estava exposta, uma vez que, principalmente entre as plantas mantidas sob sol pleno, houve redução do rendimento quântico efetivo nos horários de maior intensidade luminosa (Figura 3). Essa resposta permite que o excesso de energia seja dissipado na forma de calor ou fluorescência nos picos de radiação. Esse ajuste tem como objetivo preservar o

aparato fotossintético, evitando danos à proteína D1, e assim, evitar que as plantas apresentem uma fotoinibição mais acentuada, crônica, que afeta a taxa máxima de fotossíntese da planta (Franco & Lüttge, 2002).

Maiores valores de clorofila *a*, *b* e total em pleno sol encontrados nesse experimento indicam que *C. antisiphilitica* é bastante tolerante aos ambientes com grande quantidade de luz (Tabela 1). A tendência da maioria das espécies é apresentar maiores quantidades de clorofila à medida que a intensidade de luz diminui, como no caso de *Hymenaea courbaril*, *Senna macranthera* e *Bombacopsis glabra*, que apresentaram maior quantidade de clorofila em 50% de sombreamento (Almeida et al, 2005; Scalon et al, 2003) e *Cryptocaria aschersoniana* em 70% de sombreamento (Almeida et al, 2004). Segundo Lüttge (2008), esse aumento de pigmento em condições de baixa irradiância ocorre devido ao aumento do grau de empilhamento das tilacóides, à medida que a intensidade luminosa diminui, gerando um aumento quantitativo do fotossistema II e do complexo antena II. No complexo de antena II encontra-se metade da clorofila *a* e quase toda clorofila *b*, o que contribui para o aumento da capacidade de intercepção de luz e da atividade do fotossistema II sob baixa irradiância. As folhas de sol, por outro lado, tendo maior disponibilidade de luz, investem menos em recursos na formação de complexos de antena (tem menor quantidade de complexo de antena II) e aumenta os níveis de transportadores de elétrons (Citocromo, plastoquinona, plastocianina, ferredoxina) e complexos ATPase por unidade de clorofila. Este investimento em proteínas carreadoras nas folhas de sol se reflete nos valores mais elevados da taxa de transporte de elétrons (ETR), conforme observado nos dados dos cursos diários da ETR em plantas de *C. antisiphilitica* sob sol pleno.

A razão clorofila *a/b* foi maior nas condições de menor luminosidade (Tabela 1). De modo geral a proporção entre clorofila *a* e *b* tende a reduzir com a diminuição da intensidade luminosa, devido a maior proporção de clorofila *b* em ambiente sombreado. Resultados nos

quais a proporção entre clorofila *a* e *b* reduziu com a diminuição da intensidade luminosa foram encontrados para *Acacia mangium*, *Bombacopsis glabra* e *Cryptocaria aschersoniana* (Almeida et al, 2005; Scalon et al, 2003; Almeida et al, 2004). Contudo, *C. antisiphilitica* não apresentou redução na razão clorofila *a/b*, mostrando que, embora esta resposta seja comum a grande número de espécies, ela não é universal (Sanches & Valio, 2006).

Com relação às trocas gasosas, nota-se que a condutância estomática foi limitada no sub-bosque, o que implica em menor assimilação líquida de CO₂ e menor taxa de transpiração. Os estômatos são os maiores reguladores de trocas gasosas nas plantas, controlando simultaneamente a entrada de CO₂ e saída de água e, conseqüentemente, a fotossíntese e a transpiração (Lambers et al, 2008). Considerando a eficiência do uso da água, esta foi maior entre plantas transferidas para pleno sol. Essas diferenças de valores na eficiência do uso da água refletem a quantidade de biomassa que as plantas de cada ambiente conseguem acumular, que, no caso, maiores valores de biomassa foram encontrados nas plantas mantidas em pleno sol, seguido das plantas de clareira e menores valores entre as plantas do sub-bosque. Comportamento semelhante foi observado por Gama (2013) analisando *Caesalpinia echinata* sob pleno sol e sombreamento natural. O autor verificou que, em ambientes com maior quantidade de luz, ocorre o aumento dos parâmetros relacionados às trocas gasosas.

Através dos resultados de altura e diâmetro do caule, nota-se que as plantas de sol pleno apresentaram maior equilíbrio entre crescimento e diâmetro do caule. Em contrapartida, as plantas mantidas na clareira e no sub-bosque apresentaram tendência ao estiolamento, onde o estiolamento é mais notório no sub-bosque, uma vez que nessas plantas houve menor diâmetro do caule. Em ambientes como o sub-bosque e mesmo na clareira, a luz é um fator limitante. Nesta situação, algumas espécies crescem mais rápido e, como consequência do crescimento maior em altura, aumentam a probabilidade de absorção de maior quantidade de

luz. Comportamento semelhante foi encontrado para *Tabebuia áurea* e *Zeyhera tuberculosa* (Oliveira & Perez, 2012; Engel & Poggiani, 1990).

Com relação ao número de folhas, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. Resultados semelhantes foram encontrados em *Amburana cearenses* (Ramos et al, 2004). Maior número de folhas em pleno sol foram encontradas em *Tabebuia heptaphylla* e *Caesalpinia ferrea* (Borges et al, 2014; Lima et al, 2008), em 50% de sombreamento em *Brosimum rubescens* (Marimon et al, 2008) e 70% de sombreamento em *Tabebuia chysotricha* (Endres et al, 2009). Mesmo sob baixa disponibilidade de energia, as plantas de *C. antisyphilitica* produziram a mesma quantidade de folhas que as plantas de pleno sol.

A massa seca total, a massa seca foliar e a massa seca do caule foram maiores nas plantas expostas ao pleno sol, já a massa seca da raiz não diferiu dos três tratamentos avaliados. Ramos et al (2004), trabalhando com *Amburana cearenses*, uma espécie que ocorre também em florestas estacionais semidecíduais, verificou que a espécie apresentava maior acúmulo de biomassa em condições de maior quantidade de luz, assim como *C. antisyphilitica* e concluiu que a planta possui caráter heliófito.

Não foram encontradas diferenças significativas na distribuição de fotoassimilados para raiz, caule e folhas, ou seja, em todos os tratamentos o investimento de fotoassimilados foi o mesmo para os respectivos órgãos. Observa-se, que nos três tratamentos, as plantas investiram mais em raiz, seguido de folhas e menos em caule. Esse investimento maciço em estruturas subterrâneas sugere tolerância ao estresse, mesmo em condições de baixa luminosidade e representa um dreno importante dos produtos fotossintéticos que poderiam ser investidos em crescimento e desenvolvimento mais rápido da parte aérea (Fetene & Feleke,

2001; Ramos et al, 2004). Comportamento semelhante foi encontrado para *Amburana cearensis*, e *Brozium rubescens* (Ramos et al, 2004; Marimon et al, 2008).

A taxa de crescimento relativo (TCR) indica qual o aumento da massa seca por unidade de tempo, em relação ao peso inicial da planta, ou seja, fornece informação sobre quanto carbono a planta conseguiu acumular durante o período experimental. Diante disso nota-se que as plantas em pleno sol foram as que tiveram maior desempenho em relação às plantas mantidas no sub-bosque, onde a intensidade de luz foi extremamente reduzida. Em geral, a TCR a pleno sol está diretamente relacionada ao estágio sucessional das espécies analisadas, sendo que as espécies pioneiras e intermediárias tendem a apresentar valores superiores às espécies secundárias ou clímax (Souza & Válio, 2003). *Tabebuia heptaphylla* apresentou maiores valores de TCR na clareira que em sub-bosque. Em condições controladas, *Tabebuia heptaphylla* apresentou maior TCR em pleno sol do que a 70% de sombreamento (Borges, 2014).

Embora as plantas de *C. antisiphilitica* não tenham apresentado diferenças significativas na área foliar, o mesmo não ocorreu com a área foliar específica (AFE) e razão da área foliar (RAF). Neste trabalho foram encontrados maiores valores de AFE nas plantas crescidas em baixa condição de luz. Segundo Lambers et al (2008), o aumento da AFE implica em redução da espessura da folha e ocorre devido a diminuição da massa foliar. Esses autores afirmam que geralmente nessa situação, ocorre também a redução do parênquima paliádico, que possui células menores e em menor número, resultando em maior proporção do parênquima lacunoso. A maior proporção de parênquima lacunoso nas folhas em locais com maior sombreamento implica em maior absorção de luz devido sua maior dispersão interna. Resultados semelhantes foram encontrados por Borges et al (2014) trabalhando com *Tabebuia heptaphylla*.

A área foliar não diferiu entre os tratamentos, mas a massa seca total foi menor no sub-bosque e maior em pleno sol. Portanto, conclui-se que a área foliar nas plantas de SB não é suficiente para acumular grandes quantidades de carbono, mais é suficiente para manter o balanço de carbono positivo, o que justifica a maior RAF em SB. Maiores valores de RFA no sub-bosque também foram encontradas para *Tabebuia heptaphylla* e *Brosimum rubescens* (Borges et al, 2014; Marimon et al, 2008). Segundo Benincasa (2003), a RAF decresce conforme o aumento de luz, pois, quanto maior intensidade luminosa, menor a área foliar necessária para produzir massa seca total. Além disso, uma menor proporção da área foliar em relação à massa seca total pode contribuir com a diminuição da camada limite entre a folha e atmosfera e, com isso, potencialmente menores taxas de transpiração são necessárias para resfriar a folha (Poorter, 1999; Feijó et al, 2009).

Em suma, os dados apresentados mostram que *C. antisyphilitica* foi caracterizada por apresentar plasticidade fisiológica no plano da folha, como revelado pelos dados da atividade da fluorescência da clorofila *a*, da taxa fotossintética e dos índices de clorofila Falker. Tal plasticidade contribui para a sobrevivência das plantas nos diferentes regimes de luz das florestas etacionais semidecíduais, apresentando maior crescimento sob pleno sol, seguido de ambientes com menor intensidade de luz.

6. CONCLUSÃO:

A espécie, durante o período estudado, apresentou grande plasticidade para sobreviver no sub-bosque, clareira e pleno sol no estágio de desenvolvimento estudado. Sob a sombra, a sobrevivência foi alcançada por ajustes na altura e no plano da folha, incluindo área foliar específica e a razão área foliar. Porém, essa espécie desenvolve-se melhor em condições com maior quantidade de luz, onde consegue acumular maior quantidade de carbono. Estes

resultados justificam sua ocorrência nas florestas estacionais semidecíduais onde o ambiente de luz é bastante heterogêneo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Almeida, L. P; de Alvarenga, A. A; de Castro E. M; Zanela, S. M; Vieira, C. V. 2004. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. *Ciência Rural*: 34 (1): 83-88.

Almeida, S. M. Z; Soares, A. M; de Castro, E. M; Vieira, C.V; Gajego, E. B. 2005. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. *Ciência Rural*, Santa Maria: 35 (1): 62-68.

Alvares, C.A; Stape, J.L; Sentelhas, P.C; Gonçalves, J.L.M. 2013. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. *Theor. Appl. Climatol*: 113: 407–427.

Benincasa, M. M. P. 2003. Análise de crescimento de plantas, noções básicas. FUNEP, Jaboticabal. 2 ed.

Borges, V. P; Costa, M. A. P. C; Ribas, R. F. 2014. Emergência e crescimento inicial de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo em ambientes contrastantes de luz. *Revista Árvore*, Viçosa: 38 (3).

Diniz, J. A. F. 1984. Geografia na agricultura. Editora Difel. São Paulo.

Durigan, G; Franco, G. A. D. C; de Sequeira, M. F. 2004. A vegetação dos remanescentes de cerrado do estado de São Paulo. In: Bitencourt, M. D. & Mendonça, R. R. (Org.) Viabilidade de conservação do São Paulo. Editora Annablume: 2: 9-56.

Endres, L; Câmara, C. A; Ferreira, V. M; Silva, J. V. 2010. Morphological and photosynthetic alterations in the Yellow-ipe, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Standl., under nursery shading and gas exchange after being transferred to full sunlight . *Agroforest Syst*:78:287–298.

Engel, V. L. & Poggiani, F. 1990. Estado nutricional de folhas de mudas de essências nativas em função de diferentes graus de sombreamento. In: Congresso Florestal Brasileiro. *Anais* 6(2):76.

Feijó, N. S. A; Mielke, M. S; Gomes, F. P; França, S; Lavinsky, A. O. 2009. Growth and photosynthetic responses of *Galesia integrifolia* (Spreng.) Harms and *Schinus terebinthifolius* Raddi seedlings in dense shade. *Agroforestry Systems*, Berlin:77:49–58.

Felfili, J. M; Silva-Júnior, M. C; Sevilha, A. C; Rezende, A. V; Nogueira, P. E; Walter, B. M; Silva, F. C. & Salgado, M. A. S. 2001. Fitossociologia da vegetação arbórea. *In: Biogeografia do bioma cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco* (J.M. Felfili & M.C. Silva Júnior, orgs.). Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília: 35-56.

Fetene, M. & Feleke, Y. 2001. Growth and photosynthesis of seedlings of four tree species from a dry Tropical afro-montane forest. *Journal of Tropical Ecology*: 17: 269-283.

Franco, A. C. & Lüttge, U. 2002. Midday depression in savanna trees: coordinated adjustments in photochemical, efficiency, photorespiration, CO₂ assimilation and water use efficiency. *Oecologia*: 131: 356-365.

Gama, V. N. 2013. Análises morfofisiológicas de plantas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) cultivadas em ambientes lumínicos distintos. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Departamento Botânica, Vitória. 91p.

Genty, B; Briantais, J. M; Baker, N. R. 1989. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta*: 990:87-92.

Guilherme, F. A. G; Salgado, A. A; Zortéia, E. A. C. 2011. Fenologia de *Cybistax antisyphilitica* (MART.) MART. (Bignoniaceae) na região urbana de Jataí, Goiás. *Biosci. J*, Uberlândia: 27(1): 138-147.

Hoffmann, W. A & Franco, A. C. 2003. Comparative growth analysis of tropical forest and savanna woody plants using phylogenetically independent contrasts. *Journal of Ecology*: 91:475-484.

Hoffmann, W. A. 2005. Ecologia comparativa de espécies lenhosas de cerrado e de mata. Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. Ministério do Meio Ambiente. Brasília.

Hunt, R. 1982. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold Ltd.

Kilca, R.V; Schiavini, I; Monteiro, G. A. 2014. Padrões florísticos em dois tipos de florestas estacionais no Cerrado. Biosci. J, Uberlândia: 30 (3): 903-913.

Lambers, H & Poorter, H. 1992. Inherent variation in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. Adv. Ecol. Res. 23: 187-261.

Lambers, H; Chapin, S. T; Pons. T. J. 2008. Plant Physiological Ecology. New York: Springer-Verlag. 540p.

Lichtenthaler, H.K; Buschmann, C; Knapp, M. 2005. How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease ratio Rfd of leaves with the PAM fluorometer. Photosynthetica: 43(3): 379-393.

Lima, J. D; Silva, B. M. S; Moraes, W. S; Dantas, V. A. V; Almeida, C. C. 2008. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). Acta Amazônica: 38 (1): 5-10.

Long, S. P; Humphries, S; Falkowski, P. G. 1994. Photoinhibition of photosynthesis in nature. Annual Rev. Pl. Physiol. Pl. Molec. Biol: 45: 633-662.

Marimon, B. S. Felfili J.M; Júnior, B.H.M; Franco, A.C; Fagg, C.W. 2008. Desenvolvimento inicial e partição de biomassa de *Brosimum rubescens* Taub. (Moraceae) sob diferentes níveis de sombreamento. Acta Botanica Brasilica: 22 (4): 941-953.

Martins, S. V; Gleriani, J. M; do Amaral, C. H; Ribeiro, T. M. 2008. Caracterização do dossel e do estrato de regeneração natural no sub-bosque e em clareiras de uma florestal estacional semidecidual no município de viçosa, MG. Árvore: 32: 759-767.

Maxwell, K & Johnson, G.N. 2000. Chlorophyll fluorescence *a*: practical guide. *J Exp Bot*:51(345):659-68.

Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*: 10: 58-62.

Oliveira, A. K. M; Scheider, E. D; Favero, S. 2006. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. *Revista Árvore*:30:25-32.

Oliveira, A. K. M; Perez, S. C. J. G. A. 2012. Crescimento inicial de *Tabebuia aurea* sob três intensidades luminosas. *Ciência Florestal, Santa Maria*: 22(2): 263-273.

Oliveira- Filho, A. T. & Ratter, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. *In: The cerrados of Brazil* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York: 91-120.

Ortoloni, F. A; Matauqueiro, M. F; Moro, J. R; Filho, C.F.D. 2008. *Acta bot. Bras*: 22 (2): 345-353.

Pearcy, R. W. 1983. The light environments and growth of C3 and C4 tree species in the understory of a Hawaiian forest. *Oecologia*: 58:26-32.

Petit, C; Thompson, J. D & Bretagnolle, F. 1996. Phenotypic plasticity in relation to ploidy level and corn production in the perennial grass *Arrhenatherum elatius*. *Canadian Journal of Botany*: 74:1964-1963.

Poorter, L. 1999. Growth responses of 15 rain-forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. *Functional Ecology*:13: 396 - 410.

Ramos, K. M. O; Felfile, J. M; Fagg, C. W; Souza- silva, J. C; Franco, A. C. 2004. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearenses* (Allemão) A. C. Smith, em diferentes condições de luz. *Acta bot. Bras*: 18 (2): 351-358.

Ratter, J. A; Ribeiro, J. F; Bridgewater, S. 1997. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*: 80: 223-230.

Ribeiro, J. F & Walter, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA-CPA, Planalti:12:556.

Ribeiro, R. V; Souza, G.M; Oliveira, R. F; Machado, E.C. 2005. Photosynthetic responses of tropical tree species from different successional groups under contrasting irradiance conditions. *Revista Brasileira de Botânica*: 28: 149-161.

Ribeiro-Lima, M. de S. 2008. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. *Acta bot. Bras*: 22 (2): 545-545.

Ronquin, C. C; Prado, C. G. B. A; Paula, N. F. 2003. Growth and photosynthetic capacity in two woody species of cerrado vegetation under different radiation availability. *Brazilian Archives of Biology and Technology*: 46 (2): 243 -252.

Rosa, A. G. & Schiavini, I. 2006. Estrutura da comunidade arbórea em um remanescente florestal urbano (Parque do Sabiá, Uberlândia, MG). *Bioscience Journal*: 22(1): 151-162.

Ruggieiro, P. G. C; Povello, V. R; Sparovek, G; Teramoto, E; Neto, A. G. P. 2006. Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga, SP): como se expressa em mapeamentos. *Acta bot. Bras*: 20 (2):383-394.

Scalon, S. P. Q; Mussury, R. M; Scalon Filho, H. 2003. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob diferentes níveis de sombreamento. *Revista Árvore*: 27(6):753-758.

Sanches, M. C; Válio, I. F. M. 2006. Leaf optical properties of two liana species *Canavalia paraviflora* and *Benth.* and *Gouania virgata* Riessk in different light conditions *Revista Brasileira de Botânica* 29(2): 319-326.

Sanches, M. C; Bragiola, N. G; Rodrigues, N. R; Nascimento, A. R. T. 2014. Efeito do Sombreamento Natural no Crescimento Inicial e no Índice de Clorofila de *Cedrela fissilis*. In: Lísias Coelho; André R. Terra Nascimento; Ernane Miranda Lemes. (Org.). Espécies Nobres no Cerrado I - Silvicultura e Perspectivas de Produção. Uberlândia: Linha Editorial Interculturalidade: (1): 89-98, 1ed.

Salomão, A. N; Sousa-Silva, J. C; Davide, A. C; Gonzáles, S; Torres, R. A. A; Wetzel, M.M.V.S; Firetti, F; Caldas, L. S. 2003. Germinação de Sementes e Produção de Mudanças de Plantas do Cerrado. Rede de Sementes do Cerrado. Brasília. 96p.

Souza, R. P; Válio, L. E. M. 2003. Seedling growth of fifteen Brazilian tropical tree species differing in successional status. *Revista Brasileira de Botânica*, 26(1): 35-47.

Taiz, L & Zaiger, E. 2004. Fisiologia vegetal. Porto Alegre, Artmed: 3.ed.719p.

Valladares, F; Niinemets, U. 2008. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*: 39: 237-257.

Valladares F. & Pearcy R.W. 1998. The functional ecology of shoot architecture in sun and shade plants of *Heteromeles arbutifolia* M. Roem., a *Californian chaparral* shrub. *Oecologia*: 114: 1– 10.

Veloso, H. P; Rangel Filho, A. R; Lima, J. C.C. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.

Venturoli, F; Franco, A.C; Fagg, C. W; Felfilli. J. M. 2012. Regime de luz em uma floresta estacional semidecídua sob manejo, em Pirenópolis, Goiás. *Revista Árvore*, Viçosa: 36:1135-1144.

White, A. J & Critchley, C. 1999. Rapid light curves: a new fluorescence method to assess the state of the photosynthetic apparatus. *Photosynth. Res*: 59 (1): 63-72.

ANEXOS:







ANEXOS: Plantas de *Cybistax antiyphilitica*, com cinco meses de idade, levadas para a área experimental, no Parque Municipal do Sabiá, em Uberlândia-MG. As plantas foram divididas em três tratamentos: (A) 50 indivíduos foram colocados no interior da mata, abaixo do dossel (SB), (B) 20 foram colocados em uma clareira pequena com tamanho inferior a 100 m² (CL) e (C) 20 foram mantidos fora da área florestal sob pleno sol (PS).