

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

MARCONY VINÍCIUS JANUÁRIO TEIXEIRA

**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS DE *Dimorphandra wilsonii* RIZZINI AOS
ESTRESSES HÍDRICO E LUMINOSO**

FLORESTAL – MINAS GERAIS

2020

MARCONY VINÍCIUS JANUÁRIO TEIXEIRA

**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS DE *Dimorphandra wilsonii* RIZZINI AOS
ESTRESSES HÍDRICO E LUMINOSO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, *Campus* Florestal, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: João Paulo de Souza

FLORESTAL – MINAS GERAIS

2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal
de Viçosa - Campus Florestal

T

T262r
2020
Teixeira, Marcony Vinícius Januário, 1984-
Respostas ecofisiológicas de *Dimorphandra wilsonii*
Rizzini aos estresses hídrico e luminoso. / Marcony Vinícius
Januário Teixeira. – Florestal, MG, 2020.
45 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: João Paulo de Souza.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.35 - 45.

1. Biodiversidade. 2. Estresse em plantas. 3. Plantas em
extinção. 4. Fluorescência da clorofila *a*. I. Universidade Federal
de Viçosa. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Mestrado
em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários.
II. Título.

CDD 23 581

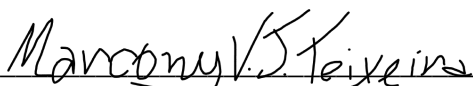
MARCONY VINÍCIUS JANUÁRIO TEIXEIRA

**RESPOSTAS ECOFISIOLÓGICAS DE *Dimorphandra wilsonii* RIZZINI AOS
ESTRESSES HÍDRICO E LUMINOSO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, *Campus* Florestal, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

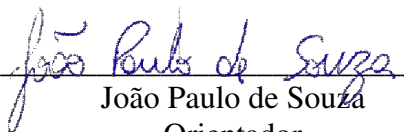
APROVADA: 29 de junho de 2020

Assentimento:



Marcony Vinícius Januário Teixeira

Autor



João Paulo de Souza

Orientador

... dedicado à família, amigas e amigos...

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela harmonia presente em todo e qualquer ser vivente;

À minha mãe, por todas as ações emanadas do amor;

À minha família, pelos bons momentos, ensinamentos e alegrias;

Às amigas e aos amigos, pela união e presença de espírito;

À Universidade Federal de Viçosa, pela construção do conhecimento;

Ao orientador, pela oportunidade e paciência;

Às professoras e aos professores, pelo trabalho, apoio e companheirismo;

Ao pessoal técnico, pelo desempenho, conhecimento e boa vontade;

Às parceiras e aos parceiros, pela força e auxílio durante os trabalhos;

Aos demais estudantes, pela curiosidade e auxílio;

À CAPES, por apoiar e fomentar a educação;

Ao CNPQ, pelo indispensável incentivo à pesquisa;

Às pedras no caminho, pelo aprendizado e evolução;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001;

Grato.

...Tentamos proteger a árvore, esquecidos de que é ela que nos protege...

(Carlos Drummond de Andrade)

RESUMO

TEIXEIRA, Marcony Vinícius Januário, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2020. **Respostas ecofisiológicas de *Dimorphandra wilsonii* Rizzini aos estresses hídrico e luminoso.** Orientador: João Paulo de Souza.

A espécie *Dimorphandra wilsonii* corre risco de extinção. Diversos são os fatores que afetam o crescimento de espécies vegetais. O objetivo do presente estudo foi avaliar as respostas ecofisiológicas de plantas jovens de *Dimorphandra wilsonii* crescendo em diferentes condições de luminosidade e água no solo. O experimento foi conduzido no *Campus Florestal-MG* da UFV. Dois grupos com 30 plantas à plena luz e 30 com sombreamento de 70% foram subdivididos, com irrigação diária ou suspensão de rega. Foram realizadas avaliações semanais com relação à altura e diâmetro do caule e número total de folhas. Aos 110 e 160 dias após o transplante foram realizadas avaliações destrutivas com comprimento da raiz, altura e diâmetro do caule, área foliar, área foliar específica e acúmulo de biomassa nos diversos órgãos das plantas. Além das respostas fisiológicas, através da fluorescência da clorofila *a* e potencial hídrico foliar. As plantas à plena luz apresentaram maiores altura e diâmetro do caule, acúmulo de biomassa tanto na parte aérea quanto nas raízes, maior dissipação não fotoquímica da energia radiante e área foliar, quando comparadas às plantas sob sombreamento. As plantas sob sombreamento, apresentaram maior eficiência potencial do fotossistema II e maior área foliar específica. A irrigação diária levou a um maior número total de folhas e potencial hídrico foliar menos negativo. A maior capacidade para captar a luz refletiu em maior acúmulo de biomassa tanto na parte aérea quanto nas raízes, indicando maior fotossíntese líquida em plantas expostas à plena luz. Um menor número total de folhas e potencial hídrico foliar mais negativo em indivíduos sob restrição hídrica, indicam uma estratégia para reduzir a perda de água em plantas sob estresse. A maior área foliar específica apresentada pelos indivíduos sob sombreamento, indica uma estratégia para aproveitar melhor a luz incidente. Os resultados indicam melhor desenvolvimento da espécie à plena luz e que o estresse hídrico pode agravar a situação sob sombreamento, principalmente na fase inicial de crescimento de *Dimorphandra wilsonii*.

Palavras-chave: Biodiversidade. Estresse em plantas. Extinção. Fluorescência da clorofila *a*.

ABSTRACT

TEIXEIRA, Marcony Vinícius Januário, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2020.
Ecophysiological responses of *Dimorphandra wilsonii* Rizzini to water and light stresses.
Advisor: João Paulo de Souza.

Dimorphandra wilsonii is at risk of extinction. Several are the factors that affect the growth of plant species. The aim of the present study was to evaluate the ecophysiological responses of young plants of *Dimorphandra wilsonii* growing under different conditions of light and water in the soil. The experiment was conducted at UFV's Campus Florestal-MG. Two groups with 30 plants under full light and 30 with 70% shading were subdivided, with daily irrigation or irrigation suspension. Weekly evaluations were carried out in relation to stem height and diameter and total number of leaves. At 110 and 160 days after transplantation, destructive assessments were carried out with root length, height and stem diameter, leaf area, specific leaf area and accumulation of biomass in the various plant organs. In addition to the physiological responses, through the fluorescence of chlorophyll *a* and leaf water potential. The plants in full light showed higher height and diameter of the stem, accumulation of biomass both in the aerial part and in the roots, greater non-photochemical dissipation of the radiant energy and leaf area, when compared to the plants under shading. The plants under shade, showed higher potential efficiency of photosystem II and greater specific leaf area. Daily irrigation led to a greater total number of leaves and less negative leaf water potential. The greater ability to capture light reflected a greater accumulation of biomass in both the aerial part and the roots, indicating greater liquid photosynthesis in plants exposed to full light. A smaller total number of leaves and more negative leaf water potential in individuals under water restriction, indicate a strategy to reduce water loss in plants under stress. The larger specific leaf area presented by the individuals under shading, indicates a strategy to make better use of the incident light. The results indicate better development of the species in full light and that water stress can aggravate the situation under shade, especially in the initial growth phase of *Dimorphandra wilsonii*.

Keywords: Biodiversity. Chlorophyll *a* fluorescence. Extinction. Stress in plants.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFE	Área foliar específica
ACP	Altura do caule até o primeiro protófilo
AFT	Área foliar total
BOD	Biochemical Oxygen Demand
CC	Comprimento do caule
CNCFLORA	Centro Nacional de Conservação da Flora
CR	Comprimento da raiz
DC	Diâmetro do caule
DCS	Diâmetro do caule semanal
FC	Folhas compostas
FR	Folhas recompostas
FS	Fotossistemas
FSI	Fotossistema I
FSII	Fotossistema II
IEF	Intervalo de expansão foliar
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MSC	Matéria seca do caule
MSF	Matéria seca das folhas
MSR	Matéria seca da raiz
MST	Matéria seca total
NFS	Número de folhas semanais
NPQ	Non photochemical quenching
PAN	Plano de Ação Nacional para a Conservação do Faveiro-de-Wilson
TTE	Taxa de transporte de elétrons
VEF	Velocidade de expansão foliar

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
2.1	Local de estudo e material vegetal	15
2.2	Germinação.....	15
2.3	Crescimento inicial	16
2.4	Avaliações morfológicas semanais.....	17
2.5	Desenvolvimento foliar	17
2.6	Fluorescência da clorofila <i>a</i>	17
2.7	Potencial hídrico foliar	18
2.9	Análise estatística	19
3	RESULTADOS	21
3.1	Avaliações morfológicas semanais.....	21
3.2	Desenvolvimento foliar	23
3.3	Fluorescência da clorofila <i>a</i>	23
3.4	Potencial hídrico foliar	24
3.5	Variáveis morfológicas aos 110 e 160 DAT	25
3.6	Produção de matéria seca e área foliar	26
4	DISCUSSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Devido às modificações antrópicas, os ecossistemas brasileiros estão sofrendo perdas constantes em biodiversidade há centenas de anos (CAORSI *et al.*, 2017; PASCHOAL; SIMON; CUNHA, 2015; SOUTO, 2017), antes mesmo de se ter o conhecimento adequado sobre as relações e funções que as espécies exercem nos ecossistemas. Magnusson *et al.* (2016), mencionam a escassez de informações relativas à biodiversidade no Brasil. O próprio limite entre fitofisionomias, que muitas vezes se misturam e são interligadas em diversas regiões do país, é um fator de complicação. A espécie *D. wilsonii* está classificada, desde 2006, como criticamente em risco de extinção na lista vermelha de espécies ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN (FERNANDES F., 2006). A espécie também foi considerada como criticamente em perigo pelo Centro Nacional de Conservação da Flora, através da lista vermelha (CNCFLORA, 2012). Isto indica que se trata de uma espécie que está enfrentando risco extremamente elevado de extinção na natureza. A quantidade de estudos envolvendo a espécie é pequena, quando comparada com outras espécies do mesmo gênero, carecendo de informações básicas a respeito de sua ecofisiologia. A atual classificação de risco crítico de extinção demanda ações urgentes. Dados relativos ao crescimento, fisiologia e estabelecimento de novos indivíduos irão auxiliar na obtenção, propagação e manutenção de mudas da espécie.

A região central de Minas Gerais faz parte da transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica, apresentando grande diversidade em fitofisionomias e paisagens (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2015; SANO *et al.*, 2019). Uma marcada sazonalidade climática determina as respostas morfológicas e fisiológicas das plantas nesta região transicional (SOUZA M. *et al.*, 2015) e originou, junto com outros fatores, a alta diversidade de solos presentes na região central mineira (SILVA L. *et al.*, 2018). A região central de Minas Gerais apresenta pluviosidade média de 1300 mm ano⁻¹, distribuída principalmente na estação chuvosa que ocorre de outubro à março (REBOITA *et al.*, 2015). Diversas áreas, do Cerrado mineiro e da floresta estacional semidecidual remanescente no estado, atualmente estão ocupadas por pastos cultivados, com poucas áreas delimitadas para a conservação. Existem inúmeras áreas com prioridade muito alta para conservação e restauração (SANO *et al.*, 2019). Este mosaico de fitofisionomias se encontra sob forte pressão antrópica (CRUZ JUNIOR, 2019), principalmente sua área central, devido ao avanço da degradação antropogênica.

O estado de conservação de uma área está diretamente relacionado à sua biodiversidade, considerando abundância e a riqueza das espécies. É possível observar, por exemplo, em

florestas estacionais decíduas ao sul da serra do espinhaço, uma modificação gradual na composição das espécies entre os diferentes estágios sucessionais durante a reestruturação de áreas degradadas (GONÇALVES, 2015). No Cerrado, apesar da presença de fitofisionomias diversas entre si, geralmente boa parte da luminosidade atinge seus estratos inferiores, com árvores esparsas e maior presença de gramíneas (SILVA J. *et al.*, 2012); influenciando o comportamento e a classificação das espécies dentro do processo de sucessão ecológica, quando comparado a outros ecossistemas (SILVA J. *et al.*, 2012). Portanto a compreensão do desenvolvimento das espécies, bem como a consideração dos fatores bióticos e abióticos envolvidos nesse processo, é essencial para o manejo e conservação dos ecossistemas, incluindo as regiões de transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica

A espécie *Dimorphandra wilsonii* Rizzini (Fabaceae) é endêmica da região central de Minas Gerais, com extensão de ocorrência de 5.650 km², porém com uma área real ocupada compreendendo menos de 9 km² de sua área total de extensão que está altamente fragmentada (FERNANDES F. & REGO, 2014). Em torno de 40% dos indivíduos adultos de *D. wilsonii* registrados estão presentes em área de Mata Atlântica e 60% presentes em áreas de Cerrado (principalmente cerradão) ou áreas de transição para a floresta estacional semidecidual.

Segundo Fernandes F. & Rego (2014), *D. wilsonii* exibe características de espécie generalista, por estar presente em locais com diferentes composições de solo, relevo e paisagem, compartilhando locais de ocorrência com *Dimorphandra exaltata* Schott (com maior ocorrência na zona da mata mineira) e *Dimorphandra mollis* Benth., com ampla ocorrência no Cerrado (MATOS, 2015). Fernandes F. & Rego (2014), citam que *D. wilsonii* é mais semelhante às espécies arbóreas florestais que às espécies arbóreas de savana, podendo atingir até 17 metros de altura e mais de 1 metro de diâmetro à altura do peito. *D. wilsonii* é classificada como secundária tardia por Fernandes & Rego (2014). O tamanho da semente, densidade da madeira, área foliar específica e altura da planta à maturidade (POORTER *et al.*, 2008) são os principais atributos para classificação funcional das espécies vegetais, dentro dos estágios sucessionais. A dificuldade de dispersão natural da espécie se deve à possível conexão rompida, entre a espécie e os dispersores, raramente ainda vistos pela região, a exemplo da espécie *Tapirus terrestris* Linnaeus, segundo Martins *et al.* (2014).

Através de análises genéticas em indivíduos de *D. wilsonii*, de diversas localidades, Vinson *et al.* (2015), observaram elevada heterozigose encontrada em relação à esperada, com alelos monitorados diferentes dos encontrados em indivíduos já registrados, indicando a existência de mais indivíduos do que os indicados nos registros para a espécie. Ao associarem os dados obtidos à filogenia do gênero *Dimorphandra*, Vinson *et al.* (2015), indicaram que a

espécie *D. wilsonii* é relativamente recente na história evolutiva e que, aparentemente, não ocupou anteriormente áreas significativamente maiores que as atuais.

Diversos fatores abióticos influenciam o crescimento e o desenvolvimento de espécies arbóreas (ESTRAVIS-BARCALA *et al.*, 2019; MCDOWELL *et al.*, 2018; POLLE & RENNENBERG, 2019; SANTOS E. *et al.*, 2016; SOUZA J. *et al.*, 2016). Um destes fatores, considerado primordial, é a energia proveniente do sol, determinante para a fotossíntese e conseqüentemente para a produtividade vegetal. A disponibilidade luminosa e energética varia no tempo e no espaço abaixo da copa das árvores, com o gradiente energético dependente da altura, diâmetro e disposição foliar da copa, entre outros fatores, como pode ser observado através do modelo de sombreamento proposto por Morhart; Roskopf; Nahm (2018). A exigência quanto à luz disponível é muito variável entre as espécies arbóreas, assim como é variável a capacidade de aclimatação e adaptação das espécies em relação ao ambiente luminoso.

Algumas espécies se desenvolvem bem tanto em ambientes sombreados quanto à plena luz, porém alteram algumas características para se adequarem à disponibilidade luminosa. Analisando o crescimento inicial de plântulas da leguminosa arbórea *Inga Vera* Willd., considerada pioneira ou secundária inicial, sendo encontrada em áreas abertas ou sombreadas, Junglos (2016), observou que o sombreamento resultou na diminuição do comprimento da raiz, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar; porém, o sombreamento influenciou positivamente o comprimento da parte aérea, o conteúdo de clorofila, a eficiência fotoquímica máxima e a fluorescência inicial.

Há exemplos de espécies tolerantes ao sombreamento, como *Copaifera langsdorffii* Desf. (REIS *et al.*, 2016), *Andira fraxinifolia* Benth. (CARVALHO FILHO; ARRIGONI-BLANK; BLANK, 2004) e *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Lee & Langenh. (PAGLIARINI *et al.*, 2017). De acordo com Barbosa (2018), mudas de *Cedrela fissilis* Vell., sob sombreamento, exibem maior altura e diâmetro de caule, além de maior crescimento radicular e área foliar. Aimi *et al.* (2017), obteve os mesmos resultados, relativos aos benefícios do sombreamento, em *Apuleia leiocarpa* Vogel; exceto para altura e diâmetro do caule, variáveis para as quais os indivíduos sob sombreamento não diferiram dos demais.

Em contrapartida há espécies arbóreas que não toleram o sombreamento. Queiroz *et al.* (2015), observaram que plântulas de *Platypodium elegans* Vogel não se mostraram tolerantes a altos níveis de sombreamento. Assim como a espécie *D. mollis* (OLIVEIRA MARIA *et al.*, 2016), *P. elegans* exibe maior alocação de biomassa tanto para a parte aérea, quanto para a raiz, além de maior diâmetro de caule e raízes secundárias, à pleno sol. A espécie *Dimorphandra*

gardneriana Tul. exibe comportamento semelhante, com melhor desempenho à pleno sol (SANTOS-MOURA *et al.*, 2018), apresentando maior número de folhas, diâmetro de caule, comprimento de raiz e mudas mais vigorosas à plena luz, quando comparadas às mudas obtidas em ambientes sombreados.

Além da disponibilidade luminosa, o ciclo vegetativo das espécies arbóreas, tanto do Cerrado quanto da floresta estacional semidecidual, é diretamente influenciado por outros fatores derivados da sazonalidade climática. No início da estação seca as árvores entram em repouso vegetativo, durante este período algumas espécies são induzidas ao caducifolismo (PILON; UDULUTSCH; DURIGAN, 2015). Algumas espécies se adaptaram, criando estruturas de reserva, que permitem-nas sobreviver durante o período seco (MALHEIROS, 2016)

A variação temporal e o gradiente espacial da disponibilidade de água no solo determinam a composição das espécies em suas áreas de ocorrência (FURQUIM *et al.*, 2018; SOUZA R. *et al.*, 2017). Souza A. (2017), através de análises morfológicas e fisiológicas do crescimento inicial de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms - uma leguminosa arbórea ocorrente tanto no Cerrado, quanto na Mata Atlântica -, observou que os indivíduos apresentaram aumento no comprimento da parte aérea e raiz, além do diâmetro do caule, de acordo com o aumento da disponibilidade de água no solo. A área foliar, produção de matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total também aumentaram com a proximidade da capacidade máxima de retenção de umidade no solo, indicando maior captação de recursos com o aumento na disponibilidade de água no solo. Souza A. (2017), observou que indivíduos de *O. arborea* que se desenvolveram em solos com maior capacidade de retenção de água apresentaram maiores valores para as fluorescências máxima (F_M) e variável (F_V), além de maior eficiência fotoquímica potencial do fotossistema II (F_V/F_M). Isto indica a influência positiva da disponibilidade de água no solo sobre a fotossíntese.

Ferreira *et al.* (2015), avaliando duas espécies leguminosas arbóreas durante o crescimento inicial, *Poincianella bracteosa* (Tul.) L. P. Queiroz e *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz, observaram aumento nos valores de altura do caule, diâmetro do caule, número de folhas, matéria seca do caule, matéria seca total, transpiração, condutância estomática e fotossíntese líquida, de acordo com o aumento da disponibilidade hídrica no solo. Em contrapartida as plantas apresentaram diminuição na produção de matéria seca das raízes, de acordo com o aumento da disponibilidade de água no solo. Em geral as espécies arbóreas, presentes nos estudos citados, exibem maior alocação de biomassa para os diversos órgãos,

além de um sistema fotossintético mais eficiente, em ambientes com adequado suprimento de água.

Espécies presentes em locais com marcada sazonalidade apresentam algumas estratégias para contorná-la em relação à disponibilidade hídrica. Borghetti *et al.* (2019), analisando a espécie *D. mollis*, observaram que o número de folhas exibe forte correlação com a sazonalidade, assim como o crescimento da parte aérea, que são maiores no período das chuvas. Ainda assim, a capacidade de rebrota de *D. mollis* mostrou-se eficiente após períodos de seca e mesmo após eventos de queimada, justificada pela maior alocação de biomassa para as raízes em detrimento da parte aérea, durante o período seco. Ursulino *et al.* (2016), verificaram que tanto o percentual de germinação, quanto a velocidade de germinação de *D. gardneriana* foram afetadas negativamente pelo déficit hídrico, prejudicando os processos fisiológicos e bioquímicos relacionados ao crescimento das plantas.

Neste sentido, objetivou-se analisar as respostas ecofisiológicas ao longo do crescimento inicial de *D. wilsonii*, submetidas a distintos níveis de luminosidade e déficit hídrico no solo. Nossas hipóteses são de que os indivíduos de *D. wilsonii* submetidos à plena luz apresentem maior alocação de biomassa para a parte aérea e diâmetro do caule. Em adição é esperado maior produção foliar e maior velocidade de expansão foliar nas plantas à pleno sol. Porém, quando os indivíduos à plena luz forem submetidos ao déficit hídrico no solo espera-se que apresentem maior dissipação da energia radiante através de calor (NPQ) e emissão de fluorescência basal (F_0), como forma de proteção do aparato fotossintético. O déficit hídrico no solo também poderá resultar em mudança no padrão de alocação de biomassa em favor das raízes. Por outro lado, devido ao sombreamento espera-se que as plantas apresentem maior eficiência fotoquímica potencial e efetiva do fotossistema II (FSII), eficiência no transporte de elétrons (TTE) entre os FS e valores menos negativos de potencial hídrico foliar. Devido ao sombreamento, maiores valores de área foliar e comprimento do caule também são esperados. Porém, a baixa disponibilidade hídrica no solo deverá reduzir a área foliar específica e o intervalo de expansão foliar das plantas de *D. wilsonii*, submetidas ao sombreamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo e material vegetal

Todo o experimento, relativo ao crescimento inicial de *D. wilsonii* foi realizado na Universidade Federal de Viçosa, *Campus Florestal* - UFV/CAF (19°52'35'' S e 44°24'49'' O), Minas Gerais, Brasil. Os experimentos foram conduzidos, entre os meses de fevereiro e agosto de 2019, na casa de vegetação do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (IBF) e nos Laboratórios de Organografia (IBF) e de Sementes (Instituto de Ciências Agrárias) do CAF-UFV.

Os frutos de *D. wilsonii*, utilizados para a extração das sementes, foram cedidos pelo professor Dr. Francisco de Assis Braga em parceria com a Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte e foram coletados de indivíduos remanescentes em Paraopeba-MG, entre os meses de agosto e novembro de 2017. Os frutos foram processados no Laboratório de Organografia da UFV-CAF. As sementes foram retiradas das vagens somente alguns dias antes do início do experimento, sendo limpas com papel toalha para retirada de restos dos frutos e mucilagem aderida às sementes. Foram selecionadas apenas sementes aparentemente saudáveis, intactas e com dimensões que se enquadraram no padrão estudado para a espécie, de acordo com o Plano de Ação Nacional para a conservação do Faveiro-de-Wilson, *D. wilsonii* (MARTINS *et al.*, 2014).

2.2 Germinação

As sementes passaram por um processo de desinfecção através da imersão em uma solução de hipoclorito de sódio, diluído a 5%, durante 5 minutos (FREITAS V. *et al.*, 2009), sendo em seguida enxaguadas em água corrente. Duzentas sementes foram escarificadas com lixa d'água n° 120, do lado oposto ao hilo (BEZERRA *et al.*, 2018). Estas sementes foram divididas entre placas de petri contendo papel para germinação, cada placa continha 10 sementes, totalizando 20 placas.

As sementes foram colocadas para germinar no papel toalha embebido em água deionizada, em câmaras de germinação tipo BOD. Uma das câmaras continha 10 placas, em fotoperíodo de 12 horas (MATHEUS *et al.*, 2015) e temperatura de 25°C (URSULINO *et al.*, 2016). A outra câmara continha 10 placas, sem iluminação e com temperatura de 25°C (URSULINO *et al.*, 2016). Os diferentes fotoperíodos aplicados objetivaram observar as diferenças relacionadas à germinação e desenvolvimento do eixo hipocótilo radícula em razão

da disponibilidade luminosa. As placas foram molhadas diariamente com água deionizada, de acordo com a necessidade observada, a fim de evitar ressecamento do papel de germinação (DUTRA *et al.*, 2016). A fase de germinação durou 17 dias. As plântulas mais vigorosas, obtidas na fase de germinação, foram selecionadas para produção das mudas utilizadas no experimento.

2.3 Crescimento inicial

Três mudas foram transplantadas em cada vaso de 8 litros, contendo solo típico de cerrado *stricto sensu* (MELO N. *et al.*, 2018). As plântulas provenientes das sementes germinadas no escuro apresentaram maior incidência de fungos e menor vigor, razão pela qual foram descartadas durante o desbaste, deixando apenas uma planta, a mais vigorosa, por vaso. Os vasos, totalizando sessenta, foram divididos igualmente entre dois grupos, inicialmente. Trinta plantas foram alocadas de maneira a receber luz solar, sem restrição. As outras 30 plantas foram alocadas de maneira a receber 30% da luz solar, para tanto foi utilizada tela para sombreamento de 70%.

Estes dois grupos coexistiram como dois tratamentos até 78 dias após o transplante (DAT), quando a partir daí foram aplicados ciclos de suspensão de rega em metade de cada grupo (15 plantas). Sendo assim, os dois grupos, contendo 30 plantas cada, foram divididos em quatro grupos. Tanto o grupo à plena luz, quanto o grupo sob sombreamento, passaram a ter 15 plantas com irrigação diária e 15 plantas com restrição hídrica, através de ciclos de suspensão de rega (MELO A., 2018). Cada planta foi utilizada como uma unidade amostral. Após o primeiro dia com irrigação, as plantas passaram por um dia sem irrigação. Sendo irrigadas novamente no terceiro dia após o início do ciclo; após essa irrigação, passaram por mais dois dias sem irrigação e assim aumentando a restrição hídrica sucessivamente, até serem observados sinais claros de estresse hídrico, como murcha das folhas. Sinais que se tornaram evidentes após oito dias seguidos com suspensão de rega. Sendo assim, até 78 DAT, havia apenas dois grupos (plena luz × sombreamento). De 78 aos 160 DAT coexistiram quatro grupos: plena luz × estresse hídrico / plena luz × irrigação diária / sombreamento × estresse hídrico / sombreamento × irrigação diária.

2.4 Avaliações morfológicas semanais

Foram realizadas avaliações semanais da altura do caule, diâmetro do caule e número de folhas, dos 15 aos 155 DAT. A altura do caule até o primeiro protófilo (ACP), parâmetro considerado apenas para as medidas semanais, foi considerada do solo à inserção do primeiro protófilo no caule. As medidas foram realizadas com uma régua milimetrada. A altura foi expressa em centímetros ($\pm 0,1$). O diâmetro do caule nas medidas semanais (DCS) foi mensurado, à base do caule, com auxílio de um paquímetro e expresso em centímetros ($\pm 0,1$). O número de folhas nas medidas semanais (NFS) foi expresso em quantidade total de folhas por indivíduo. Para todas as avaliações foram utilizadas cinco plantas por grupo, acompanhadas durante 140 dias.

2.5 Desenvolvimento foliar

Para a quantificação da expansão foliar foram utilizados somente os protófilos, que são folhas compostas em *D. wilsonii*, em número de três folhas por planta, com cinco plantas por tratamento, marcadas e acompanhadas semanalmente. O intervalo de expansão foliar (IEF) foi determinado depois de cessado o crescimento foliar. Semanalmente o comprimento e a maior largura de cada protófilo foram determinados com régua milimetrada. Quando os protófilos apresentavam o crescimento estabilizado por no mínimo três semanas, foi determinado o IEF (dias). A área foliar total (AFT), em cm^2 , foi considerada como resultante do produto entre a largura e o comprimento da folha. A velocidade média de expansão foliar (VEF), em $\text{cm}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$, foi obtida através da razão entre a área foliar total e o tempo em que ocorreu a expansão máxima (IEF), em dias.

2.6 Fluorescência da clorofila *a*

Após a aplicação dos ciclos de suspensão de rega, com início aos 78 DAT, foram realizadas avaliações fisiológicas, aos 110 e 160 DAT. Foram analisados, nesta etapa, parâmetros relacionados à fluorescência da clorofila *a*. As medidas, referentes à fluorescência da clorofila *a*, foram realizadas através de fluorômetro de luz modulada – Mini-PAM (Heinz Walz, Effeltrich, Alemanha).

A princípio foram realizadas as avaliações com as folhas aclimatadas à sombra, através de pinças ajustáveis, por meio da seleção de uma folha (4° a partir do ápice caulinar) por planta.

No total foram selecionadas, ao acaso, cinco plantas de cada grupo. Após 40 minutos de adaptação à sombra a folha foi iluminada com um fraco pulso de luz, de aproximadamente $1 \mu\text{mol}$ de fóton $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, quantificando-se assim a fluorescência inicial (F_0). Após este período as folhas receberam um pulso de fótons saturante de $2400 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, durante 0,8 s, para determinação da fluorescência máxima (F_M). Com estes parâmetros foi possível calcular a eficiência fotoquímica potencial do FS II (F_V/F_M), segundo Kitajima & Buter (1975), em que F_V corresponde à diferença entre F_M e F_0 .

Em seguida procederam-se as medidas relacionadas aos parâmetros no claro, escolhendo as mesmas folhas utilizadas para as medidas no escuro. Uma luz actínica de $1000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ foi aplicada durante 40 s para alcançar a fluorescência em estado estável (F_S), sendo logo após esse período emitido outro pulso saturante durante 0,8 s, para obtenção da fluorescência máxima com a folha adaptada à luz (F_M'). A fluorescência mínima no estado adaptado à luz (F_0') foi obtida através da aproximação de Oxborough & Baker (1997): $F_0' = F_0 / (((F_M - F_0) / F_M) + (F_0 / F_M'))$, permitindo a obtenção de dados relativos à fluorescência no estado de equilíbrio de transporte de elétrons. A partir destes dados foi obtida a eficiência fotoquímica efetiva do FS II: $\Phi \text{ FSII} = (F_M' - F_S) / F_M'$ (GENTY; BRIANTAIS; BAKER, 1989). A dissipação não fotoquímica (NPQ) foi calculada de acordo com a fórmula: $\text{NPQ} = (F_M - F_M') / F_M'$ (BILGER & BJORKMAN, 1990). A taxa de transporte de elétrons (TTE) foi calculada de acordo com a fórmula: $\text{TTE} = 0,5 \times I_a \times \Phi \text{ FSII} \times \text{PAR}$; na qual 0,5 é a proporção assumida de quanta absorvida pelo centro de reações do FS II (MELIS; SPANGFORT; ANDERSSON, 1987); I_a é a irradiância absorvida, considerando uma absorbância foliar média de 0,84, no Mini-PAM; PAR é a radiação fotossinteticamente ativa. Todos os procedimentos foram realizados entre 8h e 10h da manhã.

2.7 Potencial hídrico foliar

Utilizando-se as mesmas plantas escolhidas para as medidas de fluorescência da clorofila *a*, procedeu-se as medidas do potencial hídrico foliar (Ψ_{foliar}) nas plantas dos diferentes grupos, escolhendo-se uma folha (3° ou 4° à partir do ápice), madura e totalmente expandida, de cinco plantas por grupo. A folha foi destacada e imediatamente procedida a leitura do Ψ_{foliar} em câmara de Scholander digital (Sky Instruments- SKPM 1400/80), com extensão de pressão entre 0 e 80 bar ($8000 \text{ kPa} \pm 1 \text{ kPa}$), com nitrogênio gasoso para fornecer a pressão desejada. A pressão foi aplicada no interior da câmara até que a pressão excedesse a pressão suportada pelas folhas. Todas as medidas foram realizadas entre 8h e 10h da manhã.

2.8 Avaliações morfológicas

Após finalizadas as avaliações fisiológicas, as mesmas plantas foram utilizadas em análises destrutivas afim de quantificar a produção de biomassa relacionada ao crescimento inicial, aos 110 e 160 DAT. Todas as folhas em cinco indivíduos de cada grupo foram retiradas à base do pecíolo e, após contagem do número de folhas compostas e recompostas, estas foram lidas em escâner de mesa, em preto e branco. Após a digitalização das imagens, as folhas foram examinadas através do programa ImagePro[®] Plus (versão 4.5, Media Cybernetics, Silver Spring, EUA), para determinação da área foliar (AF). Em seguida as plantas foram retiradas dos vasos e as raízes foram limpas em água corrente (após os torrões de solo permanecerem alguns minutos de molho em água, atentando-se para evitar danos às raízes laterais, durante o processo de retirada do solo). O comprimento do caule (CC) foi mensurado da base do caule até o meristema apical, através de régua milimetrada, assim como o comprimento da raiz principal (CR), mensurada do colo da planta até a ponta da raiz principal. O diâmetro do caule (DC) foi determinado em sua base, com o uso de paquímetro milimetrado. As plantas foram segmentadas e dispostas em estufa a 65 °C por 48 horas (SANTOS-MOURA *et al.*, 2018) até peso constante. A matéria seca das folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR) e a total (MST) foram determinadas em balança analítica de calibração interna, com campânula de três portas (Balança Analítica M, $\pm 0,0001\text{g}$, BEL Engineering). A área foliar específica (AFE) foi obtida através da razão entre AF(cm^2) e a MSF (g): sendo expressa em $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

2.9 Análise estatística

O delineamento experimental, até 78 DAT, foi inteiramente casualizado com medidas repetidas, um fator (luminosidade) e dois níveis (plena luz \times sombreamento). De 78 DAT aos 160 DAT o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial, com parcelas subdivididas, contendo dois fatores (luminosidade e irrigação) e dois níveis em cada fator (Luz: plena luz \times sombra; e Água: irrigadas \times restrição hídrica. Foram calculados as médias e o erro padrão para todas as variáveis morfológicas e fisiológicas medidas. Os dados foram testados quanto à normalidade através do teste de Lilliefors e quanto à homogeneidade de variâncias através dos testes de Cochran e Bartlet. As avaliações semanais foram comparadas até os 155 DAT. As avaliações pontuais foram realizadas aos 110 e 160 DAT, em diferentes plantas em decorrência das medidas destrutivas. Não houve interação entre os fatores. A partir daí foi possível optar por realizar a análise de variância (ANOVA) e a aplicação do teste de

médias de Tukey a um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). O programa SAEG (SAEG, 2007) foi utilizado para as análises estatísticas. As diferenças foram indicadas nos gráficos, construídos através do programa OriginPro 8.

3 RESULTADOS

3.1 Avaliações morfológicas semanais

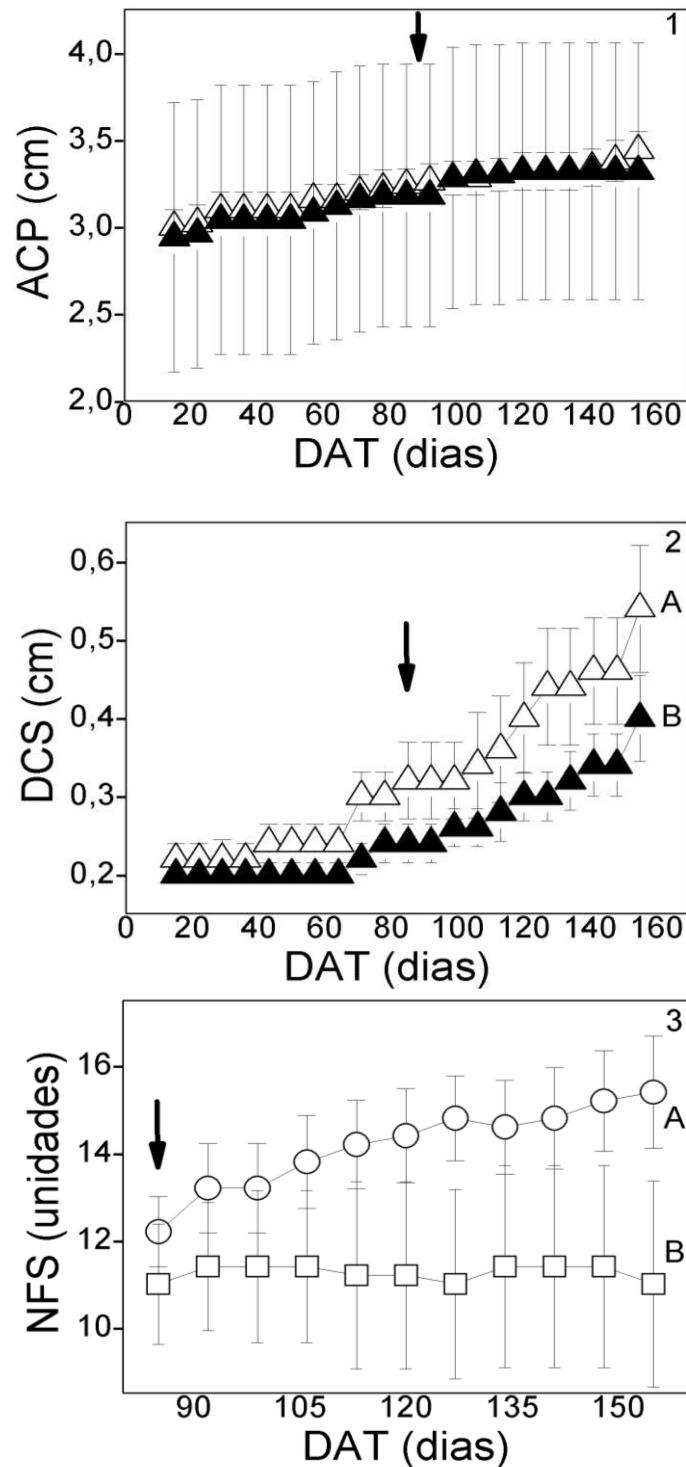
Os indivíduos de *D. wilsonii* não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) quanto à ACP tanto aos 85 DAT, quanto aos 160 DAT (Figura 1.1). Após o início da suspensão de rega, a partir de 85 DAT, foi observada uma tendência de estabilização do segmento inicial do caule, entre os diferentes tratamentos.

Do início do experimento até 85 DAT, os indivíduos à plena luz apresentaram maior DCS do que os indivíduos à sombra (Figura 1.2). De 106 DAT à 127 DAT houve um incremento significativo no DCS dos indivíduos à plena luz, o que contribuiu para diferenciá-los dos tratamentos sob sombreamento ao fim do experimento (Figura 1.2). Aos 160 DAT os indivíduos à plena luz apresentaram maiores valores, em relação ao DCS, que os indivíduos sob sombreamento ($p < 0,05$, Figura 1.2).

Ao fim do experimento (160 DAT), os indivíduos com irrigação diária, à plena luz ou sob sombreamento, apresentaram maior NF ($p < 0,05$) que os indivíduos com restrição hídrica, à plena luz ou sob sombreamento (Figura 1.3). As plantas com restrição hídrica apresentaram abscisão foliar maior que as plantas irrigadas regularmente e houve uma tendência à diminuição do número de folhas ao fim do experimento, tanto à plena luz, quanto à sombra.

A interação entre os fatores foi testada e não apresentou interação significativa, portanto os fatores foram analisados separadamente.

Figura 1 – Medidas morfológicas semanais, durante 140 dias em indivíduos de *D. wilsonii*; antes do início de ciclos de estresse hídrico (15 – 78 dias) e depois de iniciados os ciclos de estresse hídrico (85-155 dias).



ACP: altura do caule do solo ao primeiro protófilo (1); DCS: diâmetro do caule semanal (2); NFS: número de folhas semanais (3). Dias após o transplante (DAT); à plena luz (Δ); sob sombreamento (▲); com irrigação diária (○); com restrição hídrica (□). A seta indica o início da aplicação de ciclos de estresse hídrico. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.2 Desenvolvimento foliar

Não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos à plena luz e sob sombreamento, em relação ao IEF, AFT e VEF. Na tabela 1 é apresentada a comparação entre as médias conjuntas dos tratamentos, com a sinalização do erro padrão, para mais ou para menos.

Tabela 1 – Desenvolvimento foliar em plantas jovens de *D. wilsonii* submetidas à plena luz e sombreamento; março-maio de 2019, Florestal-MG, Brasil.

Tratamentos	Intervalo de expansão foliar (dias)	Área foliar total (cm ²)	Velocidade de expansão foliar (cm ² . dia ⁻¹)
Plena luz	63,7 ± 1,76	35,89 ± 4,54	0,58 ± 0,08
Sombreamento	59,37 ± 2,10	27,95 ± 2,78	0,49 ± 0,05

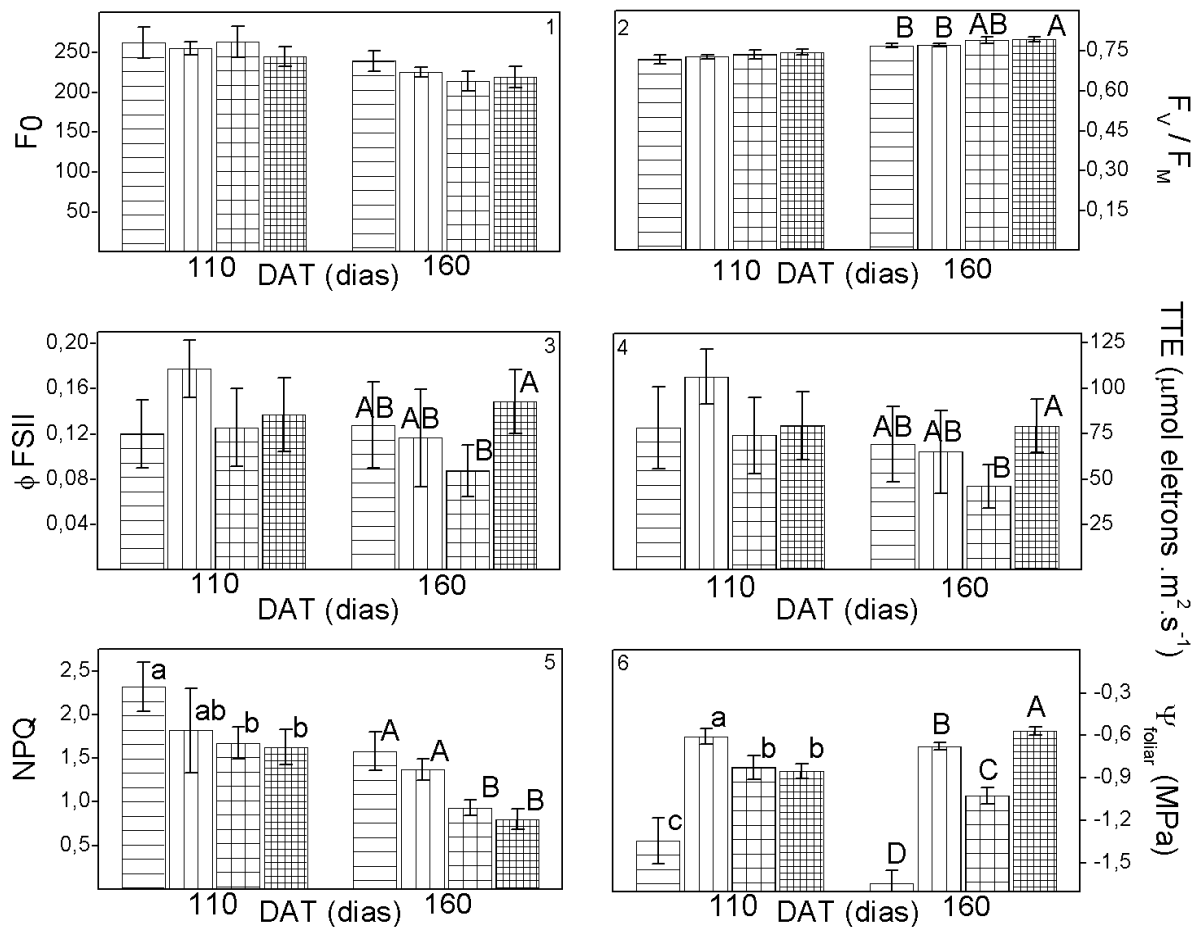
3.3 Fluorescência da clorofila *a*

Não houve diferença ($p > 0,05$), com relação aos valores de F_0 nas plantas dos distintos tratamentos (Figura 2.1), aos 110 DAT e 160 DAT.

Aos 110 DAT os indivíduos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) com relação à F_v/F_m , independente do tratamento (Figura 2.2). Porém, houve um incremento nos valores de F_v/F_m aos 160 DAT, para todos os tratamentos. Ao fim do experimento (160 DAT), com relação aos valores de F_v/F_m , os indivíduos à sombra apresentaram valores mais altos ($p < 0,05$), independentemente do regime hídrico, que os indivíduos à plena luz (Figura 2.2). A diferença foi mínima aos 160 DAT, quando considerada a média dos indivíduos sob diferentes condições de luz. A disponibilidade hídrica não influenciou significativamente as respostas dos diferentes tratamentos.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) com relação à Φ FSII (Figura 2.3) e TTE (Figura 2.4) entre indivíduos dos distintos tratamentos, considerando tanto a disponibilidade hídrica, quanto luminosa. Os indivíduos de *D. wilsonii* não apresentaram diferenças ($p > 0,05$, Figura 2.5) com relação aos valores de NPQ aos 110 DAT, entre os tratamentos. Porém, houve uma diminuição significativa ($p < 0,05$, Figura 2.5) nos valores de NPQ aos 160 DAT. Os indivíduos à plena luz apresentaram valores de NPQ maiores ($p < 0,05$, Figura 2.5) que os indivíduos à sombra, aos 160 DAT, quando consideradas as médias relativas aos fatores.

Figura 2 – Dados fisiológicos relacionados à fluorescência da clorofila *a* e potencial hídrico foliar de *D. wilsonii* aos 110 e 160 dias após o transplante.



F_0 : fluorescência inicial (1); F_v/F_m : eficiência quântica potencial do fotossistema II (2); Φ_{FSII} : eficiência fotoquímica efetiva do FSII (3); TTE: taxa de transporte de elétrons (4); NPQ: extinção não fotoquímica (5); Ψ_{foliar} : potencial hídrico foliar (6). Dias após o transplante (DAT); plena luz e restrição hídrica (□); plena luz e irrigação diária (▨); sombreamento e restrição hídrica (▤); sombreamento e irrigação diária (▧). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de significância, aos 110 dias após o transplante. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de significância, aos 160 dias após o transplante.

3.4 Potencial hídrico foliar

Aos 110 DAT, os indivíduos com irrigação diária apresentaram os valores menos negativos para Ψ_{foliar} (Figura 2.6), diferindo-os ($p < 0,05$) dos indivíduos com restrição hídrica, com relação à média entre os fatores. A restrição hídrica foi o fator relevante para o Ψ_{foliar} . Aos 160 DAT os indivíduos com irrigação diária apresentaram valores menos negativos de Ψ_{foliar} , quando comparados aos indivíduos com restrição hídrica ($p < 0,05$).

3.5 Variáveis morfológicas aos 110 e 160 DAT

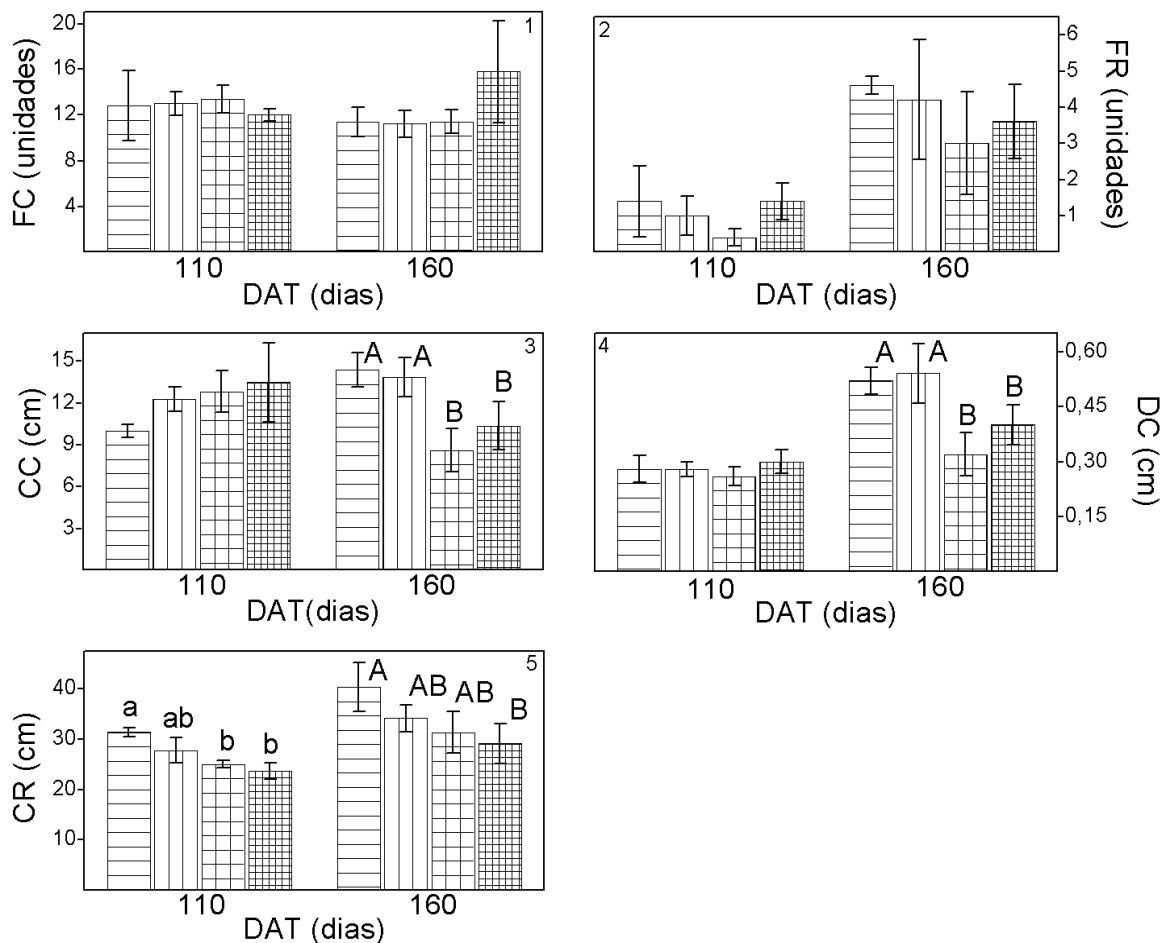
Os indivíduos de *D. wilsonii* não diferiram ($p > 0,05$) entre os tratamentos, tanto aos 110 DAT, quanto aos 160 DAT, com relação à FC (Figura 3.1).

Tanto aos 110 DAT, quanto aos 160 DAT, os indivíduos não diferiram ($p > 0,05$), em relação às FR (Figura 3.2), considerando a média entre os fatores.

Os indivíduos, aos 110 DAT não diferiram ($p > 0,05$) com relação ao CC (Figura 3.3), entre os tratamentos. Aos 160 DAT, os indivíduos à plena luz apresentaram maiores valores de CC ($p < 0,05$, Figura 3.3) que os indivíduos à sombra. Não foram encontradas diferenças do DC ($p > 0,05$, Figura 3.4), entre os tratamentos aos 110 DAT. Porém, quando considerados os tratamentos em conjunto, os indivíduos diferiram ($p < 0,05$) com relação ao DC aos 160 DAT, com os indivíduos à plena luz apresentando maior DC que os indivíduos sombreados, independentemente do regime hídrico.

Os indivíduos de *D. wilsonii* não diferiram ($p > 0,05$), com relação ao CR (Figura 3.5), aos 110 DAT. Porém, aos 160 DAT os indivíduos à plena luz apresentaram maior CR ($p < 0,05$) que os indivíduos à sombra, em relação à média dos fatores.

Figura 3 – Dados morfológicos relacionados às folhas, caule e raiz de *D. wilsonii* aos 110 e 160 dias após o transplante.



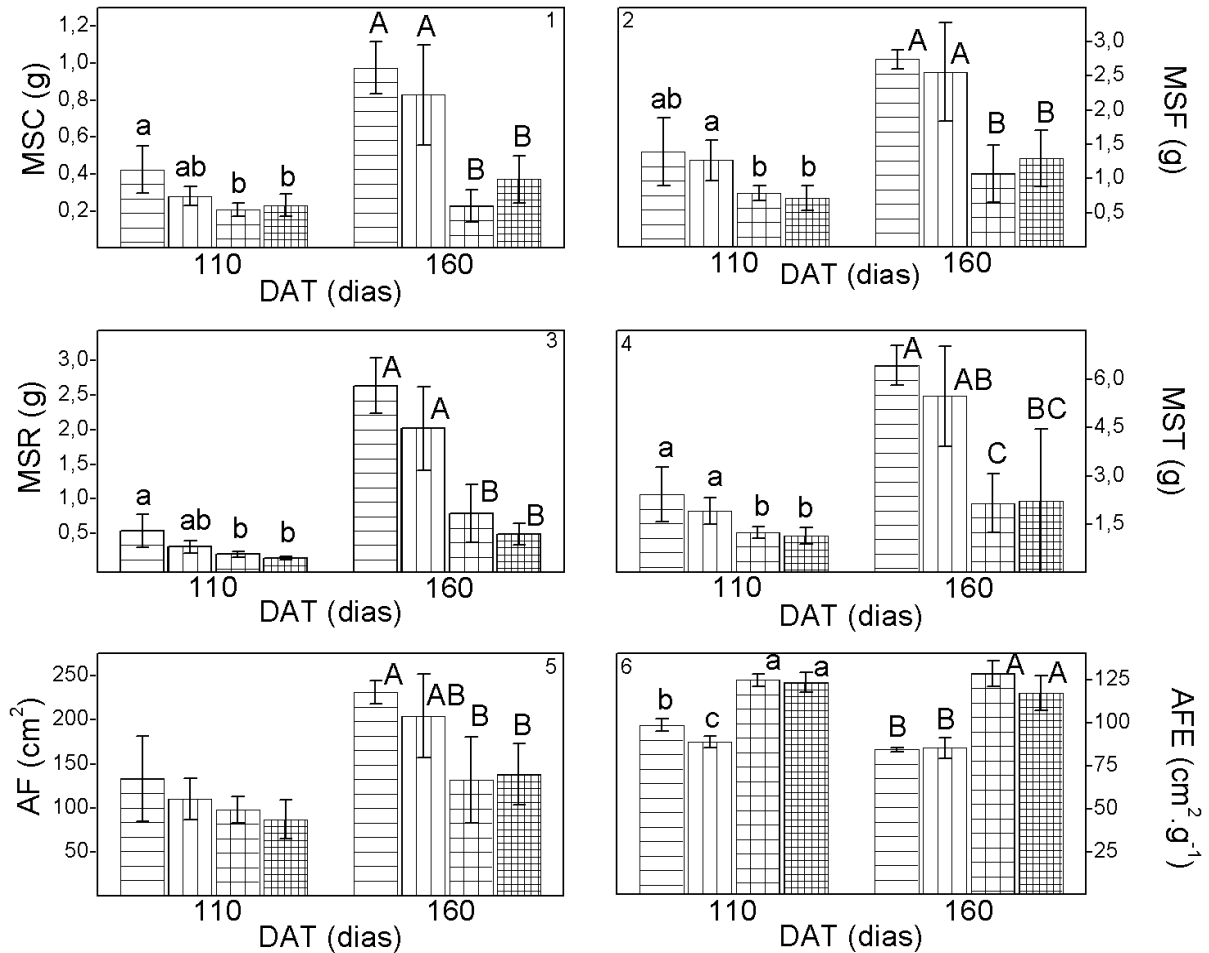
FC: número de folhas compostas (1); FR: número de folhas recompostas (2); CC: comprimento do caule (3); DC: diâmetro do caule (4); CR: comprimento da raiz principal (5). Dias após o transplante (DAT); plena luz e restrição hídrica (□); plena luz e irrigação diária (▨); sombreamento e restrição hídrica (▩); sombreamento e irrigação diária (▧). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de significância, aos 110 dias após o transplante. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de significância, aos 160 dias após o transplante.

3.6 Produção de matéria seca e área foliar

Os indivíduos não diferiram ($p > 0,05$), quanto à MSC (Figura 4.1), MSR (Figura 4.3) e MST (Figura 4.4), entre os tratamentos aos 110 DAT, quando consideradas as médias entre os fatores. Aos 160 DAT, os indivíduos à plena luz apresentaram valores maiores ($p < 0,05$) de MSC, MSR e MST que os indivíduos sob sombreamento.

Em relação a MSF (Figura 4.2), aos 110 DAT os indivíduos à plena luz apresentaram maiores valores ($p < 0,05$) que os indivíduos sob sombreamento. Aos 160 DAT, os indivíduos à plena luz apresentaram maiores valores de MSF (Figura 4.2, $p < 0,05$) que os indivíduos sob sombreamento.

Figura 4 – Dados relativos à alocação de biomassa em matéria seca das folhas, caules, raízes e relativos à área foliar e área foliar específica de *D. wilsonii* aos 110 e 160 dias após o transplante.



MSC: matéria seca do caule (1); MSF: matéria seca das folhas (2); MSR: Matéria seca da raiz (3); MST: matéria seca total (4); AF: área foliar (5); AFE: área foliar específica (6). Dias após o transplante (DAT); plena luz e restrição hídrica (▨); plena luz e irrigação diária (▩); sombreamento e restrição hídrica (▧); sombreamento e irrigação diária (▦). Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de significância, aos 110 dias após o transplante. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de significância, aos 160 dias após o transplante.

Em relação à AF (Figura 4.5), os indivíduos dos diferentes tratamentos não apresentaram diferença ($p > 0,05$) aos 110 DAT. Os indivíduos à plena luz apresentaram valores mais altos para AF, que os indivíduos à sombra, aos 160 DAT, diferindo significativamente ($p < 0,05$). Os indivíduos sob sombreamento apresentaram AFE maior ($p < 0,05$, Figura 4.6) que os indivíduos à plena luz, tanto aos 110 DAT quanto aos 160 DAT.

4 DISCUSSÃO

O estiolamento do caule em espécies arbóreas, que corresponde ao crescimento exacerbado do caule em altura, em detrimento do crescimento em diâmetro, ocorre quando algumas espécies vegetais crescem no escuro ou sob baixos níveis de luminosidade (CALZAVARA *et al.*, 2015; GOMES & ARRUDA, 2017; KLEIN *et al.*, 2017; SILVA F. *et al.*, 2015). Diversos são os fatores responsáveis por este estiolamento, como modificação no espectro de luz abaixo do dossel, regulação dos fotorreceptores e das respostas moleculares, entre outros (FIORUCCI & FANKHAUSER, 2017); se traduzindo em respostas morfológicas e fisiológicas, principalmente em plantas não tolerantes à sombra. Esta é uma estratégia, muitas vezes emergencial, para evitar o sombreamento (BALLARÉ & PIERIK, 2017). Apesar de altos níveis de sombreamento afetar negativamente muitas espécies, nossa hipótese de que os indivíduos de *D. wilsonii* sob sombreamento iriam apresentar maior altura do caule foi refutada, assim como parcialmente a hipótese de que os indivíduos à plena luz e com irrigação diária apresentariam maior diâmetro do caule. A disponibilidade plena de luz favoreceu tanto o diâmetro do caule, quanto altura do caule em maior proporção que o regime hídrico. Um maior acúmulo de biomassa no caule dos indivíduos à plena luz foi demonstrado através da matéria seca do caule e foi responsável pelo melhor desenvolvimento da parte aérea das plantas de *D. wilsonii* à plena luz. Em espécies leguminosas arbóreas do Cerrado, um menor acúmulo de biomassa em indivíduos sob sombreamento é resultado de uma menor fotossíntese líquida (RONQUIM; PRADO; SOUZA, 2018), que em alguns casos está relacionada à uma menor área foliar apresentada dos indivíduos sob sombreamento.

Um aumento no diâmetro do caule pode ter implicado em maior circulação de seiva, transpiração e produção e acúmulo de matéria seca nas folhas, visto que há uma correlação positiva entre estas variáveis (MENCUCINI *et al.*, 2019). Este fato associado à maior altura e área foliar por planta indicam maior vigor e chance de sobrevivência em indivíduos de *D. wilsonii* expostos à plena luz, já que a aquisição e processamento dos recursos são maximizados sob estas circunstâncias, como apontam Wright *et al.* (2019). O maior vigor de mudas que crescem à plena luz foi observado em outros estudos (DALMOLIN *et al.*, 2015; MOURA; ALVES-SILVA; DEL-CLARO, 2017; RONQUIM; PRADO; SOUZA, 2013; SOUZA G. *et al.*, 2010). Plantas secundárias tardias são mais tolerantes ao sombreamento que as secundárias iniciais. Secundárias tardias geralmente não exibem estiolamento desproporcional, quando em ambientes parcialmente sombreados, podendo exibir diferenças fisiológicas e/ou morfológicas para compensar a baixa disponibilidade luminosa (FELSEMBURGH *et al.*, 2016), bem como

apresentar um menor ponto de compensação resultante da menor taxa respiratória (WALKER, 1992), o que favorece um melhor balanço de carbono.

O número de folhas é influenciado em maior grau pela chuva e irrigação, com incremento no número de folhas em áreas com boa disponibilidade de água (SANTOS K. *et al.*, 2018). Um menor número de folhas nos indivíduos de *D. wilsonii* sob estresse hídrico indica uma estratégia para reduzir a superfície de transpiração, segundo Alves *et al.* (2018), pois as folhas são as maiores responsáveis pelas trocas gasosas em plantas vasculares. Porém, a diminuição da capacidade fotossintética decorrente do estresse hídrico, além da perda em área decorrente da diminuição no número de folhas, que segundo Silva M. *et al.* (2011) limita o acúmulo de biomassa para os diversos órgãos das plantas, pode agravar a situação dos indivíduos sob sombreamento. Outra vantagem na manutenção das folhas é a economia energética, já que não seria necessário direcionar os recursos disponíveis para a construção de novas folhas. Isto permite que a planta invista os recursos em outros órgãos de reserva (OLIVEIRA MAYANA *et al.*, 2019) ou compostos para a defesa contra herbivoria (AQUINO; FALCÃO; ALMEIDA-CORTEZ, 2017), assim os indivíduos teriam maiores chances de estabelecimento e desenvolvimento.

Uma maior área foliar representa uma maior área de captação de luz, que em alguns casos leva ao incremento da fotossíntese líquida, resultando em maior acúmulo de biomassa (DALMOLIN *et al.*, 2015; VENÂNCIO; ALVES-SILVA; SANTOS, 2016; ZHANG *et al.*, 2017). A diminuição da área foliar muitas vezes é uma resposta à falta de recursos, segundo Pérez-Harguindeguy *et al.* (2016). A menor área foliar apresentada por indivíduos de *D. wilsonii* sob sombreamento intenso, com cerca de 70% de redução da luminosidade, aponta para o estresse causado pela baixa luminosidade nesta espécie. A severa restrição fotossintética causada pela baixa luminosidade direcionou a diminuição da área foliar de *D. wilsonii*, bem como o menor acúmulo de matéria seca da parte aérea e raízes, em compensação ao prejuízo no balanço de carbono das plantas sob sombreamento (RONQUIM; PRADO; SOUZA, 2018), resultando em um menor custo energético das estruturas produzidas. As folhas compostas se relacionam ao rápido crescimento em altura e diâmetro do caule das espécies leguminosas e apresentam vantagens no aproveitamento da luz solar, segundo Castellanos-Castro & Newton (2015). Em *D. wilsonii* os protófilos, que são folhas compostas, predominam até os três primeiros meses e sustentam este desenvolvimento inicial. A partir do terceiro mês as folhas recompostas aumentam sua participação em área foliar total, com estruturas foliares mais robustas e com maior cobertura, resultando em maiores valores para matéria seca das folhas em

indivíduos à plena luz. A matéria seca das folhas, área foliar e área foliar específica estão relacionadas à aquisição de recursos acima do solo, segundo Fernandes J. (2018).

O aumento da área foliar específica em indivíduos de *D. wilsonii* sob sombreamento reforça a ideia de economia frente à restrição luminosa (KIKUZAWA & LECHOWICZ, 2018). A menor área foliar específica apresentada pelos indivíduos à plena luz, independentemente do regime hídrico, se relaciona ao maior peso de estruturas mais complexas destas folhas, como: espessura do mesófilo, espessura da parede periclinal externa e cutícula (SCHMIDT *et al.*, 2017), além da espessura do parênquima (CALZAVARA *et al.*, 2015). Estes ajustes estão relacionados à proteção das estruturas fotossintetizantes nos indivíduos expostos à plena luz. Por outro lado, a menor espessura foliar apresentada pelos indivíduos sob sombreamento, além da economia com a construção de uma folha estruturalmente menos complexa, torna a folha mais eficiente na captação de luz difusa e de menor intensidade (RÜHLE & WILD, 1979). Este ajuste permite a manutenção, através de menores taxas relativas de crescimento, dos indivíduos de *D. wilsonii* sob sombreamento.

A velocidade de expansão foliar se relaciona à eficiência de estabelecimento da planta jovem, já que as folhas maduras e totalmente expandidas tem um potencial fotossintético maior que as folhas jovens, devido principalmente à sua organização estrutural (BIELCZYNSKI *et al.*, 2017). A velocidade de expansão foliar é afetada por fatores bióticos e abióticos (KIKUZAWA & LECHOWICZ, 2018; MELO N. *et al.*, 2018) como longevidade foliar, quantidade e tamanho das células, composição atmosférica, condutividade hidráulica, nutrição, disponibilidade de água, entre outros. Passioura (1988), trabalhando com *Triticum aestivum* L. cv. Egret, observou maior alongação foliar, em mm por hora, quando as plantas eram expostas à luz, no período diurno; observou também que o controle da expansão foliar é, em parte, mediado por sinais provenientes das raízes. Melo N. *et al.* (2018), trabalhando com *Hymenaea stigonocarpa* Mart. Ex Hayne e *Melinis minutiflora* P. Beauv. em diferentes concentrações de CO₂ atmosférico, observaram maior velocidade de expansão foliar de espécie arbórea em atmosfera com alta concentração de CO₂. Para algumas espécies, é possível observar uma maior taxa de expansão foliar quando os recursos são abundantes, ou ao menos não limitantes.

Porém as hipóteses, de que os indivíduos de *D. wilsonii* à plena luz apresentariam maior VEF e sob sombreamento apresentariam maior AFT e IEF, foram refutadas pelos resultados obtidos. A dissipação da energia de forma eficiente nos indivíduos à plena luz, e os menores valores do ponto de compensação em indivíduos sob sombreamento, como demonstra Walker (1992), pode ter exercido influência no sentido de tornar as respostas nos diferentes tratamentos semelhantes. Isto indica que a velocidade de expansão foliar, durante os primeiros dois meses,

em indivíduos de *D. wilsonii* não é alterada pela disponibilidade de luz e que outros ajustes, como em área foliar e área foliar específica são mais importantes para esta espécie que a velocidade de expansão foliar.

O maior acúmulo de biomassa nas raízes dos indivíduos à plena luz resultou também em maior comprimento da raiz principal. O comprimento da raiz principal, em espécies cuja raiz é pivotante, exibe uma correlação positiva com o peso seco das raízes (QUEIROZ & FIRMINO, 2014). Uma estrutura radicular mais complexa, indicada pelo maior acúmulo de biomassa nos indivíduos à plena luz, associada à maior evapotranspiração exibida por indivíduos nesta condição (POORTER, 1999), é necessária para explorar uma maior porção do solo e suprir a demanda por água. Respostas semelhantes, em relação ao comprimento e matéria seca da raiz, são observadas por outros autores que relacionam as respostas radiculares à maior demanda energética para acúmulo de biomassa (SANTOS-MOURA *et al.*, 2018; SILVA F. *et al.*; 2015). No Cerrado, algumas espécies podem apresentar valores para a matéria seca das raízes até nove vezes superior à matéria seca da parte aérea, logo aos primeiros meses de vida, com as raízes atingindo profundidades superiores à sete metros na fase adulta (FURQUIM *et al.*, 2018). Estas adaptações, relacionadas às raízes em espécies do Cerrado, evidenciam estas necessidades hídricas e nutricionais em um ambiente sazonal.

A fluorescência da clorofila *a* é um ótimo parâmetro para avaliar a eficiência fotossintética, pois indica possíveis situações de estresse e redução do potencial produtivo de espécies em diversas condições de perturbação ambiental (BJORKMAN & ADAMS, 1995; COSTA *et al.*, 2015; PEREIRA, 2009). Em F_0 (valor basal ou mínimo da fluorescência) os valores de potencial fotoquímico são máximos e este parâmetro indica as reações iniciais da fotossíntese, quando todos os centros de reação estão abertos. Em alguns casos, são observados valores menores para F_0 em plantas sombreadas (BOLHÀR-NORDENKAMPF & ÖQUIST, 1993) e com suprimento adequado de água (SILVA E. *et al.*, 2013). Neste caso, os indivíduos de *D. wilsonii* não diferiram em relação aos tratamentos, refutando a hipótese de que os indivíduos à plena luz apresentariam valores mais elevados para F_0 . Porém, foi possível constatar diferenças entre as datas de observação, indicando que aos 160 DAT os indivíduos apresentaram uma resposta mais rápida e eficiente que aos 110 DAT, à radiação, independentemente da condição de luminosidade e disponibilidade hídrica no solo.

A relação F_v/F_M indica a eficiência potencial do fotossistema II. Em plantas sadias F_v/F_M varia entre 0,75 e 0,85 (BOLHÀR-NORDENKAMPF & ÖQUIST, 1993). Valores menores que 0,6 indicam estresse e possível fotoinibição, segundo Ritchie *et al.* (2010). Aos 110 DAT os valores de F_v/F_M não diferiram entre os tratamentos, apresentando valores

superiores aos considerados indicativos de estresse. Os indivíduos diferiram entre as datas amostradas, apresentando valores mais altos para F_V/F_M aos 160 DAT, indicando que os indivíduos de *D. wilsonii* apresentam maior eficiência potencial do fotossistema II à medida que se desenvolvem. Aos 160 DAT os indivíduos não apresentaram diferenças para F_V/F_M , em relação à disponibilidade hídrica, porém os indivíduos sob sombreamento apresentaram valores maiores de F_V/F_M , confirmando a hipótese de que os indivíduos sob sombreamento exibiriam uma melhor eficiência potencial do fotossistema II. Mesmo que os tratamentos não tenham diferido quanto à irrigação, a manutenção de maior umidade do solo e menor temperatura ao nível da folha em ambiente sombreado pode ter contribuído para melhor eficiência potencial do fotossistema II (AIMI *et al.*, 2017; TANG *et al.*, 2015).

Segundo Costa *et al.* (2015), plantas em ambientes sombreados geralmente exibem maior taxa de transporte de elétrons que plantas à pleno sol, indicando melhor capacidade de processamento da energia incidente. Analisando plantas da espécie *C. langsdorffii*, Rodrigues *et al.* (2017) relataram que sob estresse hídrico a taxa de transporte de elétrons em indivíduos que passaram por restrição hídrica previamente e foram reidratados é maior quando comparados aos indivíduos com irrigação regular. Este condicionamento fisiológico indica que os indivíduos não sofreram danos ao aparato fotossintético e demonstra aclimatação à sazonalidade. Quando o sombreamento é excessivo as plantas também demonstram queda na taxa de transporte de elétrons (KELLING, 2015). Como os indivíduos de *D. wilsonii* não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos em relação à TTE, tudo indica que a taxa de transporte de elétrons não foi prejudicada pela restrição hídrica ou sombreamento. Este resultado refuta a hipótese de que indivíduos de *D. wilsonii* sob sombreamento exibiriam maior taxa de transporte de elétrons. A plasticidade é mais significativa em atributos foliares, considerando as funções determinantes para a manutenção das plantas sob diferentes luminosidades, segundo Valladares & Pearcy (2002). Os indivíduos de *D. wilsonii* mantiveram uma TTE satisfatória nas diferentes intensidades luminosas e regimes hídricos, mantendo o funcionamento básico do aparato fotossintético, permitindo a manutenção das plantas mesmo sob sombreamento e com restrição hídrica.

Os valores de NPQ indicam mecanismos de proteção usados pelas plantas para evitar ou reduzir danos ao aparato fotossintético (COSTA *et al.*, 2015). Aos 160 DAT os indivíduos de *D. wilsonii* à plena luz, independentemente do regime hídrico, apresentaram os maiores valores para NPQ, refutando a hipótese de que os indivíduos à plena luz e com restrição hídrica apresentariam os maiores valores para esta variável. Para *D. wilsonii*, percebe-se que o fator luz exerce maior influência sobre NPQ que o fator irrigação. Bjorkman & Adams (1995),

relacionando NPQ com fluxo de fótons fotossinteticamente ativos, observaram que nas horas do dia com maior radiação incidente os valores de NPQ também foram maiores, mostrando a relação direta de NPQ com a luz incidente. Aguilera *et al.* (2015), observaram que plantas que se desenvolveram em ambientes com baixa luminosidade, quando expostas à luz intensa, apresentaram NPQ menor que plantas que se desenvolveram em ambientes com alta luminosidade. Isto indica que plantas desenvolvidas em alta luminosidade apresentam aparatos mais bem estruturados para dissipação da energia excedente, diminuindo assim a chance de possíveis danos ao sistema fotossintético.

A hipótese na qual os indivíduos de *D. wilsonii* com irrigação diária exibiriam Ψ_{foliar} menos negativo foi confirmada. O Ψ_{foliar} é um ótimo parâmetro para indicar uma possível situação de estresse para indivíduos sob restrição hídrica, sinalizando a necessidade de ajustes. Os solos presentes no Cerrado podem exibir, após longos períodos de estiagem, valores de potencial hídrico do solo menores que $-2,5$ MPa, valores não tolerados por diversas espécies (PALHARES; FRANCO; ZAIDAN, 2010). As espécies presentes no Cerrado exibem diversos mecanismos de regulação em resposta ao potencial hídrico do solo para evitar a dissecação e manter as trocas gasosas em níveis adequados (FURQUIM *et al.*, 2018). O potencial de água no solo tem relação direta com a sazonalidade encontrada no Cerrado, que apresenta um potencial mais negativo nos meses de menor precipitação. Sampaio Filho (2018) observa que menores disponibilidades de água no solo, coincidem com maiores déficits de pressão de vapor na atmosfera, resultantes de menor precipitação, menor umidade do solo, maior temperatura e maior radiação, tanto diariamente quanto anualmente. Indivíduos de *D. wilsonii* com irrigação diária apresentaram valores de entre $-0,4$ e $-0,6$ MPa, enquanto indivíduos sob restrição hídrica apresentaram valores entre -1 e $-1,6$ MPa. Estes valores nos indicam que apesar das plantas se manterem sob sombreamento, com menor acúmulo de biomassa e baixa taxa relativa de crescimento, o estresse hídrico pode dificultar o estabelecimento de plantas jovens nestes ambientes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas jovens de *D. wilsonii* apresentaram, à medida que se desenvolveram, menores valores de F_0 e NPQ, além de maior F_v/F_M . Isto indica maior eficiência fotossintética à medida que a planta se desenvolve. O aumento da participação relativa das folhas recompostas em área foliar total, ao longo do desenvolvimento, segue o mesmo padrão observado para F_0 e F_v/F_M .

As plantas à plena luz apresentaram melhor desenvolvimento, tanto da parte aérea quanto das raízes, em comparação às plantas sob sombreamento. O melhor desenvolvimento foi demonstrado através do acúmulo de biomassa, comprimento das raízes, altura e diâmetro do caule, além da área foliar. Isto indica que indivíduos à plena luz podem realizar fotossíntese em níveis mais altos e assim alocar maior biomassa tanto para a parte aérea, quanto para as raízes.

Por outro lado, as plantas sob sombreamento apresentaram maiores F_v/F_M e AFE, além de menor NPQ. Isto indica uma maior eficiência na captação da luz incidente, exigida pela menor disponibilidade luminosa, que levou às alterações observadas nas folhas. Apesar das alterações no sentido de equilibrar o balanço de carbono, os indivíduos sob sombreamento apresentaram um menor ganho de carbono, o que resultou em menores valores de crescimento de caule, raízes e folhas. Isto indica que o sombreamento exerce uma limitação severa para o crescimento, produção e alocação de biomassa em plantas jovens de *D. wilsonii*.

A disponibilidade hídrica apresentou menor influência que a disponibilidade luminosa. Porém, indivíduos sob restrição hídrica apresentaram menor número de folhas total e valores mais negativos de Ψ_{foliar} . Isto indica que a menor disponibilidade de água no solo prejudica as plantas. Para os indivíduos de *D. wilsonii* presentes em cerradão, a disponibilidade de água pode ser um fator que agrava o crescimento em plantas sob sombra, principalmente na fase inicial de crescimento.

Portanto, considerando as respostas obtidas, a espécie *D. wilsonii* apresenta-se como uma ótima alternativa para a recuperação de áreas degradadas na região central de Minas Gerais. A alta incidência luminosa em áreas degradadas e com pastagens abandonadas favorece o desenvolvimento da espécie. A expansão de áreas florestais e agroflorestais, além da criação de corredores ecológicos deve levar em conta as espécies nativas e que se desenvolvem bem em áreas com alta incidência luminosa, nas quais *D. wilsonii* tem alto potencial produtivo.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA, N.; SANHUEZA, C.; GUEDES, L. M.; BECERRA, J.; CARRASCO, S.; HERNANDEZ, V. **Does *Acacia dealbata* express shade tolerance in Mediterranean forest ecosystems of South America?** Ecology and Evolution, 5(16), p. 3338 – 3351, 2015. Disponível em: <https://www.academia.edu>. Acesso em: 22/12/2019.
- AIMI, S. C.; ARAUJO, M. M.; TONETTO, T. S.; TABALDI, L. A.; SALDANHA, C. W.; FARIAS, J. G.; OLIVEIRA, G. G. **Shading as a conditioning factor to forest species planting: a study with *Apuleia leiocarpa*.** Bosque 38(2), p. 371 – 379, 2017,doi: 10.4067/S0717-92002017000200014. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 04/12/2019.
- ALVES, M. M.; ALBUQUERQUE, M. B.; PEREIRA, W. E.; FELIX, V. J. L.; AZEVEDO, J. P. S. **Morphophysiological evaluation of *Bauhinia divaricata* L. (Fabaceae) plants at diferente water regimes.** Biosci. J., Uberlândia, v. 34, supplement 1, p. 120 – 130, Dec./2018. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br>. Acesso em: 19/12/2019.
- AQUINO, R. E.; FALCÃO, H. M.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. **Variação nas concentrações de compostos fenólicos e nas taxas de herbivoria em *Aspidosperma pyriforme* Mart. em áreas antropizadas de Caatinga.** Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 02, n. 01, p. 61 – 71, 2017. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br>. Acesso em: 22/12/2019.
- BALLARÉ, C. L.; PIERIK, R. **The shade-avoidance syndrome: multiple signals and ecological consequences.** Plant Cell Environ., 40, p. 2530 – 2543. 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em: 15/12/2019.
- BARBOSA, L. O. **Crescimento inicial, trocas gasosas e mecanismos protetores de *Cedrela fissilis* Vell. em função das disponibilidades hídricas e sombreamentos.** 2018. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção) – Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.ufgd.edu.br>. Acesso em: 06/12/2019.
- BEZERRA, J. W. A.; SILVA, M. A. P.; BATISTA, A. P.; MENDONÇA, A. C. A. M.; SOUSA, J. F. O.; SANTOS, M. A. F.; SILVA, V. B. **Biometria e quebra de dormência em *Dimorphandra gardneriana* Tul. (Faveira) (Fabaceae).** Revista Cubana de Plantas Medicinales, v. 23, n. 4, 15 p., 2018. Disponível em: <http://revplantasmedicinales.sld.cu>. Acesso em: 07/12/2019.
- BIELCZYNSKI, L. W.; ŁAŃCKI, M. K.; HOEFNAGELS, I.; GAMBIN, A.; CROCEA, R. **Leaf and plant age affects photosynthetic performance and photoprotective capacity.** Plant Physiology, v. 175, p. 1634 – 1648, Dez./2017. Disponível em: www.plantphysiol.org. Acesso em: 23/12/2019.
- BILGER, W.; BJORKMAN, O. **Role of the xanthophyll cycle in photoprotection elucidated by measurements of light-induced absorbance changes, fluorescence and photosynthesis in leaves of *Hedera canariensis*.** Photosynthesis Research 25, p. 173 – 185, 1990. Disponível em: <https://www.link.springer.com>. Acesso em: 12/12/2019.

BJORKMAN, O.; ADAMS, B. D. **Regulation of photosynthetic light energy capture, conversion, and dissipation in leaves of higher plants.** In: Schulzeed., Caldwell M.M. (eds) *Ecophysiology of Photosynthesis*. Springer Study Edition, v. 100. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 17 – 47, 1995. Disponível em: <https://www.springer.com>. Acesso em: 22/12/2019.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; ÖQUIST, G. **Chlorophyll fluorescence as a tool in photosynthesis research.** In: HALL, D. O.; SCURLOCK, J. M. O.; BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LEEGOOD, R. C.; LONG, S. P. (Ed.). *Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual*. London: Chapman and Hall, p. 193 – 206, 1993. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 19/12/2019.

BORGHETTI, F.; ANDRADE, L. A. Z.; SCHMIDT, I. B.; BARBOSA, E. R. M. **Seed germination and seedling recruitment of *Dimorphandra mollis* Benth. in a Neotropical savana subjected to prescribed fires.** *Folia Geobotanica* v. 54, p. 43 – 51, 2019, doi: 10.1007/s12224-019-09338-3. Disponível em: <https://www.springer.com>. Acesso em: 07/12/2019.

CALZAVARA, A. K.; BIANCHINI, E.; MAZZANATTI, T.; OLIVEIRA, H. C.; STOLF-MOREIRA, R.; PIMENTA, J. A. **Morphoanatomy and ecophysiology of tree seedlings in semideciduous forest during high-light acclimation in nursery.** *Photosynthetica*, 53(4), p. 597 – 608, Jun./2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 15/12/2019.

CAORSI, V. Z.; BOTH, C.; CECHIN, S.; ANTUNES, R.; BORGES-MARTINS, M. **Effects of traffic and the calling behavior of two Neotropical hylid frogs.** *PLoS ONE* 12(8): e0183342, 14 p., ago./2017. Disponível em: <https://journals.plos.org>. Acesso em: 02/12/2019.

CARVALHO FILHO, J. L. S.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A. F. **Produção de mudas de angelim (*Andira fraxinifolia* Benth.) em diferentes ambientes, recipientes e substratos.** *Revista Ciência Agronômica*, v. 35, n.1, p. 61 – 67, jan. – jun., 2004. Disponível em: <https://www.acervo.ufs.br>. Acesso em: 07/12/2019.

CASTELLANOS-CASTRO, C.; NEWTON, A. **Leaf and stem trait variation and plant functional types in 113 woody species of a seasonally dry tropical forest.** *Colombia Forestal*, Bogotá – Colombia, v. 18, n. 1, p. 117 – 138, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.org.co>. Acesso em: 07/12/2019.

CNCFlora. *Dimorphandra wilsonii*. In: Lista Vermelha da flora brasileira, versão 2012.2, Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br>. Acesso em: 09/12/2019.

COSTA, A. C.; REZENDE-SILVA, S. L.; MEGGUER, C. A.; MOURA, L. M. F.; ROSA, M.; SILVA, A. A. **The effect of irradiance and water restriction on photosynthesis in young jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) plants.** *Photosynthetica*, 53 (1), p. 118 – 127, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 26/12/2019.

CRUZ JUNIOR, U. B. **Analysis and use of anthropization data of the Brazilian Cerrado.** 2019. Dissertação (Mestrado em estrutura, dinâmica e conservação ambiental). Ciências Ambientais, Universidade de Brasília. Brasília-DF, Brasil. 2019. Disponível em: <https://www.repositorio.unb.br>. Acesso em: 01/12/2019.

DALMOLIN, A. C.; THOMAS, S. E. O.; ALMEIDA, B. C.; ORTÍZ, C. E. R. **Alterações morfofisiológicas de plantas jovens de *Curatella americana* L. submetidas ao sombreamento.** R. bras. Bioci., Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 41 – 48, jan./mar., 2015. Disponível em: <http://www.ufrgs.br>. Acesso em: 26/12/2019.

DUTRA, A. F.; ARAUJO, M. M.; RORATO, D. G.; MIETH, P. **Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Luehea divaricata* Mart. et. Zucc. em diferentes substratos.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 411 – 418, 2016. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br>. Acesso em: 08/12/2019.

ESTRAVIS-BARCALA, M.; MATTERA, M. G.; SOLIANI, C.; BELLORA, N.; OPGENOORTH, L.; HEER, K.; ARANA, M. V. **Molecular bases of responses to abiotic stress in trees.** Journal of Experimental Botany, erz532,40 p., nov./2019. doi: 10.1093/jxb/erz532. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em: 10/12/2019.

FELSEMBURGH, C. A.; SANTOS, K. J. S.; CAMARGO, P. B.; CARMO, J. B.; TRIBUZY, E. S. **Respostas ecofisiológicas de *Aniba parviflora* ao sombreamento artificial.** Pesq. Flor. Bras., Colombo, v. 36, n. 87, p. 201 – 210, jul./set., 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 27/12/2019.

FERNANDES, F. M. ***Dimorphandra wilsonii*.** In: The IUCN Red List of Threatened Species, 9 p., 2006, e.T61926A12574230, doi: 10.2305/IUCN.UK.2006.RLTS.T61926A12574230.en. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 02/12/2019.

FERNANDES, F. M.; REGO, J. O. ***Dimorphandra wilsonii* Rizzini (Fabaceae):** distribution, habitat and conservation status. Acta bot. bras. 28(3), p.434 – 444, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 07/12/2019.

FERNANDES, J. F. **Variação de atributos funcionais e sua influência no desempenho de espécies arbóreas reintroduzidas em áreas degradadas.** 2018. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, Brasil. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br>. Acesso em: 28/12/2019.

FERREIRA, W. N.; LACERDA, C. F.; COSTA, R. C.; MEDEIROS FILHO, S. **Effect of water stress on seedling growth in two species with diferente abundances:** the importance of stress resistance syndrome in seasonally dry tropical forest. Acta bot. bras., 29(3), p. 375 – 382, 2015, doi:10.1590/0102-33062014abb0045. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso: 04/12/2019.

FIORUCCI, A. S.; FANKHAUSER, C. **Plant strategies for enhancing access to sun light.** Current Biology 27, p. 931– 940, Set/2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso: 14/12/2019.

FREITAS, V. L. O.; ALVES, T. H. S.; LOPES, R. M. F.; LEMOS FILHO, J. P. **Biometria de frutos e sementes e germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. e *Dimorphandra wilsonii* Rizz. (Fabaceae – Caesalpinioideae).** Sci. For., Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 027 – 035, mar/2009. Disponível em: <https://www.ipef.br>. Acesso em: 03/12/2019.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica – Período 2013 – 2014**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 60 p., 2015. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br>. Acesso em: 03/12/2019.

FURQUIM, L. C.; SANTOS, M. P.; ANDRADE, C. A. O.; OLIVEIRA, L. A.; EVANGELISTA, A. W. P. **Relação entre plantas nativas do cerrado e água**. Científic@ - Multidisciplinary Journal, v. 5, n. 2, p. 146 – 156, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br>. Acesso em: 23/12/2019.

GENTY, B.; BRIANTAIS, J. M.; BAKER, N. R. **The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence**. Biochimica et Biophysica Acta, 990, p. 87 – 92, 1989. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 07/12/2019.

GOMES, M. A. N.; ARRUDA, M. **Influence of shading on forest seedling quality with potential use in agroecological practices**. In: Simpósio de Biologia Vegetal (2017): HOLOS ENVIRONMENT, Rio Claro, SP, Brasil, p. 116 – 124, 2017. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br>. Acesso em: 13/12/2019.

GONÇALVES, T. S. **Geografia e mecanismos da biodiversidade na regeneração dos fragmentos de floresta estacional decidual da Serra do Cipó em Minas Gerais**. Brazilian Geographical: Geosciences and Humanities research médium, Ituiutaba, v.6, n.1, p. 121 – 139, jan. – jun. 2015. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br>. Acesso em: 05/12/2019.

JUNGLOS, M. S. **Efeito da submersão em água na germinação e da luz na emergência e desenvolvimento inicial de *Inga vera* Willd. (Fabaceae)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção) – Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS. 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufgd.edu.br>. Acesso em: 05/12/2019.

KELLING, M. B. **Produção de mudas e crescimento inicial a campo de *Cordia trichotoma* submetidas a diferentes condições de irrigação, polímero hidroretentor, sombreamento e umidade do solo**. 2015. Tese (Doutorado em silvicultura). Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br>. Acesso em: 22/12/2019.

KIKUZAWA, K.; LECHOWICZ, M. J. **Leaf Photosynthesis Integrated over Time**. In: Adams III, W.; Terashima, I. (eds) *The Leaf: A Platform for Performing Photosynthesis. Advances in Photosynthesis and Respiration (Including Bioenergy and Related Processes)*, Springer, Cham, v. 44, p. 473 – 492, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com>. Acesso em: 13/05/2020.

KITAJIMA, M.; BUTLER, W. L. **Quenching of chlorophyll fluorescence and primary photochemistry in chloroplasts by dibromothymoquinone**. Biochimica et Biophysica Acta, 376, p. 105-115. 1975. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 11/12/2019.

KLEIN, J.; RODRIGUES, J. D.; KESTRING, D.; RAMPIM, L.; ALEIXO, V.; BATTISTUS, A. G. **Desenvolvimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. sob**

protetores físicos com diferentes níveis de luminosidade. *Nativa*, Sinop, v.5, n.2, p.92–100, mar/abr, 2017. Disponível em:<http://www.ufmt.br/nativa>. Acesso em: 13/12/2019.

MAGNUSSON, W. E.; ISHIKAWA, N. K.; LIMA, A. P.; DIAS, D. V.; COSTA, F. M.; HOLANDA, A. S. S.; SANTOS, G. G. A.; FREITAS, M. A.; RODRIGUES, D. J.; PEZZINI, F. F.; BARRETO, M. R.; BACCARO, F. B.; EMILIO, T.; VARGAS-ISLA, R. **A linha de véu: a biodiversidade brasileira desconhecida.** *Parc. Estrat. Brasília-DF*. v. 21, n. 42, p. 45-60, jan. – jun., 2016. Disponível em: <http://www.seer.cgee.org.br>. Acesso em: 10/12/2019.

MALHEIROS, R. **A influência da sazonalidade na dinâmica da vida no bioma cerrado.** *Revista Brasileira de Climatologia*, ano 12, v. 19, p. 113 – 128, jul.– dez., 2016. Disponível em: <https://www.revistas.ufpr.br>. Acesso em: 05/12/2019.

MARTINS, E.; FERNANDES, F. M.; MAURENZA, D.; POUGY, N.; LOYOLA, R.; MARTINELLI, G. **Plano de Ação Nacional para a Conservação do Faveiro-de-wilson (*Dimorphandra wilsonii* Rizzini).** Andrea Jakobsson estúdio, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <https://www.institutopristino.org.br>. Acesso em: 12/12/2019.

MATHEUS, M. T.; FREITAS, A. R.; LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. **Vigor test in *Dimorphandra wilsonii* seeds depending on soaking and electrical conductivity.** *Científica, Jaboticabal*, v.43, n.4, p. 396-399, 2015. Disponível em: <http://www.cientifica.org.br>. Acesso em: 03/12/2019.

MATOS, R. P. **Estudos fitogeográficos e modelagem ecológica do gênero *Dimorphandra* Schott (Leguminosae, Caesalpinioideae).** 2015. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – CE, Brasil. 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br>. Acesso em: 08/12/2019.

MCDOWELL, N.; ALLEN, C. D.; TEIXEIRA, K. A.; BRANDO, P.; BRIENEN, R.; CHAMBERS, J.; CHRISTOFFERSEN, B.; DAVIES, S.; DOUGHTY, C.; DUQUE, A.; ESPIRITO-SANTO, F.; FISHER, R.; FONTES, C. G.; GALBRAITH, D.; GOODSMAN, D.; GROSSIORD, C.; HARTMANN, H.; HOLM, J.; JOHNSON, D. J.; KASSIM, A. R.; KELLER, M.; KOVEN, C.; KUEPPERS, L.; KUMAGA, T.; MALHI, Y.; MCMAHON, S. M.; MENCUCCINI, M.; MEIR, P.; MOORCROFT, P.; MULLER-LANDAU, H. C.; PHILLIPS, O. L.; POWELL, T.; SIERRA, C.A.; SPERRY, J.; WARREN, J.; XU, C.; XU, X. **Drivers and mechanisms of tree mortality in moist tropical forests.** *New Phytologist*, 219, p. 851–869, 2018, doi: 10.1111/nph.15027. Disponível em: <https://ipam.org.br>. Acesso em: 04/12/2019.

MELIS, A.; SPANGFORT, M.; ANDERSSON, B. **Light-absorption and electron-transport balance between photosystem II and photosystem I in spinach chloroplasts.** *Photochemistry and Photobiology*, v. 45, n. 1, p. 129– 136, 1987. Disponível em: <https://www.onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 09/12/2019.

MELO, A. F. R.; **Tolerância ao déficit hídrico em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong (Fabaceae) produzidas a partir de sementes hidrocondicionadas para projetos de regeneração da caatinga.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão – SE, Brasil. 2018. Disponível em: <https://www.teses.ufs.br>. Acesso em: 10/12/2019.

MELO, N. M. J.; ROSA, R. S. E. G.; PEREIRA, E. G.; SOUZA, J. P. **Rising [CO₂] changes competition relationships between native woody and alien herbaceous Cerrado species.** *Functional Plant Biology*, 45 (8), p. 854 – 864, 2018. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au>. Acesso em: 04/05/2020.

MENCUCCINI, M.; ROSAS, T.; ROWLAND, L.; CHOAT, B.; CORNELISSEN, H.; JANSEN, S.; KRAMER, K.; LAPENIS, A.; MANZONI, S.; NIINEMETS, U.; REICH, P.; SCHRODT, F.; SOUDZILOVSKAIA, N.; WRIGHT, I. J.; MARTÍNEZ-VILALTA, J. **Leaf economics and plant hydraulics drive leaf : wood área ratios.** *New Phytologist*, 224(4), p. 1544 – 1556, 2019. <https://nph.onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 04/05/2020.

MORHART, C.; ROSSKOPF, E.; NAHM, M. **Modelling shadow in agroforestry systems based on 3d data.** *In: 4th European Agroforestry Conference Agroforestry as Sustainable Land Use. EURAF - Actas de Conferências. Tree-Crop-Animal competition and facilitation*, p. 433 – 436, 2018. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt>. Acesso em: 06/12/2019.

MOURA, R. F.; ALVES-SILVA, E.; DEL-CLARO, K. **Patterns of growth, development and herbivory of *Palicourea rigida* are affected more by sun / shade conditions than by Cerrado phytophysiology.** *Acta Botanica Brasilica* - 31(2), p. 286 – 294, abr./jun., 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 17/12/2019.

OLIVEIRA, MARIA. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. S.; SOUZA, R. M.; GUIMARÃES, T. G.; SILVA JUNIOR, M. C.; PEREIRA, D. J. S.; RIBEIRO, J. F. **Manual de Viveiro e Produção de Mudanças:** Espécies Arbóreas Nativas do Cerrado. Editora Rede de Sementes do Cerrado: Brasília– DF. 2016.

OLIVEIRA, MAYANA M.; GALVÃO, E. K. S. SOUZA, C. L. M.; BOAVENTURA, V. J.; OLIVEIRA, L. M.; CASTRO NETO, M. T.; PELACANI, C. R. **Crescimento e partição de massa seca em plantas jovens de amburana (*Amburana cearensis* (Fr. All.) AC Smith) e de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.).** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1142 – 1153, jul./set. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 22/12/2019.

OXBOROUGH, K.; BAKER, N. R. **Resolving chlorophyll a fluorescence images of photosynthetic efficiency into photochemical and non-photochemical components— calculation of qP and F_v'/F_m' without measuring F₀.** *Photosynthesis Research* 54, p. 135– 142, 1997. Disponível em: <https://www.link.springer.com>. Acesso em: 10/12/2019.

PAGLIARINI, M. K.; MOREIRA, E. R.; NASSER, F. A. C. M.; MENDONÇA, V. Z.; CASTILHOR, M. M. **Níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa*.** *Cultura Agrônômica*, Ilha Solteira, v. 26, n. 3, p. 330– 346, 2017. Disponível em: <https://www.ojs.unesp.br>. Acesso em: 06/12/2019.

PALHARES, D.; FRANCO, A. C.; ZAIDAN, L. B. P. **Respostas fotossintéticas de plantas de cerrado nas estações seca e chuvosa.** *Revista Brasileira de Biociência*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 213 – 220, abr./jun. 2010. Disponível em: www.researchgate.net. Acesso em: 19/12/2019.

PASCHOAL, L. G.; SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. **Geomorfologia antropogênica e sua inserção em pesquisas brasileiras**. *Geographia Meridionalis*, Pelotas, RS, v. 1, n. 1, p. 95 – 126, jun./2015. Disponível em: <http://periodicos.ufpel.edu.br>. Acesso em: 08/12/2019.

PASSIOURA, J. B. **Root signals control leaf expansion in wheat seedlings growing in drying soil**. *Aus. J. Plant Physiol.* (15), p. 687 – 693, 1988. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au>. Acesso em: 22/12/2019.

PEREIRA, E. G. **Efeitos tóxicos do ferro: alterações fisiológicas e morfológicas em plantas cultivadas e de restingas**. 2009. 118 f. Tese (Doutorado em Controle da maturação e senescência em órgãos perecíveis; Fisiologia molecular de plantas superiores) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil. 2009. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br>. Acesso em: 04/12/2019.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; DÍAZ, S.; GARNIER, E.; LAVOREL, S.; POORTER, H.; JAUREGUIBERRY, P.; BRET-HARTE, M. S.; CORNWELL, W. K.; CRAINE, J. M.; GURVICH, D. E.; URCELAY, C.; VENEKLAAS, E. J.; REICH, P. B.; POORTER, L.; WRIGHT, I. J.; RAY, P.; ENRICO, L.; PAUSAS, J. G.; DE VOS, A. C.; BUCHMANN, N.; FUNES, G.; QUÉTIER, F.; HODGSON, J. G.; THOMPSON, K.; MORGAN, H. D.; TER STEEGE, H.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; SACK, L.; BLONDER, B.; POSCHLOD, P.; VAIERETTI, M. V.; CONTI, G.; STAVER, A. C.; AQUINO, S.; CORNELISSEN, J. H. C. **New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide**. *Australian Journal of Botany*, 61, pp.167-234, 2013.

PILON, N. A. L.; UDULUTSCH, R. G.; DURIGAN, G. **Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em condições de cultivo**. *Hoehnea* 42(3), p. 425-443, 2015, doi: 10.1590/2236-8906-07/2015. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 08/12/2019.

POLLE, A.; RENNENBERG, H. **Physiological responses to abiotic and biotic stress in forest trees**. *Forests*, 10, 711, 4p., 2019, doi:10.3390/f10090711. Disponível em: www.mdpi.com/journal/forests. Acesso em: 10/12/2019.

POORTER, L. **Growth responses of 15 rain-forest trees to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits**. *Functional Ecology*, London, v. 13, n. 3, p. 396 – 410, 1999. Disponível em:

<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 08/12/2019.

POORTER, L.; WRIGHT, S. J.; PAZ, H.; ACKERLY, D. D.; CONDIT, R.; IBARRAMANRÍQUEZ, G.; HARMS, K. E.; LICONA, J. C.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; MAZER, S. J.; MULLER-LANDAU, H. C.; PEÑA-CLAROS, M.; WEBB, C. O.; WRIGHT, I. J. **Are functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five neotropical forests**. *Ecology*, 89(7), 2008, pp. 1908–1920. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em: 01/09/2020.

QUEIROZ, S. E. E.; FIRMINO, T. O. **Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. *Revista Biociências*, Taubaté, v. 20, n. 1, p. 72 – 77, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br>. Acesso em: 06/12/2019.

QUEIROZ, S. E. E.; MENDES, G. E. A. G.; PEREIRA JÚNIOR, A. M.; GUIMARÃES, P. H. S. **Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de canjeiro**

(*Platypodium elegans* Vogel). Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.11, n.22; p. 1076 – 1083, 2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br>. Acesso em: 04/12/2019.

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. **Aspectos climáticos do estado de minas gerais**. Revista Brasileira de Climatologia, ano 11, v. 17, jul/dez 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br>. Acesso em: 02/12/2019.

REIS, S. M.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; MORANDI, P. S.; SANTOS C. O.; OLIVEIRA, B.; MARIMON, B. S. **Desenvolvimento inicial e qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. sob diferentes níveis de sombreamento**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 11-20, jan.– mar., 2016, doi: 10.5902/198050982106. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 06/12/2019.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. **Assessing plant quality**. In: The container tree nursery manual, v. 7, seedling processing, storage, and out planting, Ed.: Agriculture Handbook 674. Publisher: Washington (DC): USDA Forest Service. Editores: LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L., p.17 – 81, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 21/12/2019.

RODRIGUES, A. L.; LIMA, L.; SCHLEY, T. R.; ALMEIDA, F. R. L. **Water déficit ensures the photochemical efficiency of *Copaifera langsdorffii* Desf.** Revista Árvore, 41(2):e410219, 10 p., 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 20/12/2019.

RONQUIM, C. C.; PRADO, C. H. B. A.; SOUZA, J. P. **Irradiance availability and growth of leguminous trees of cerrado**. Sci. For., Piracicaba, v. 46, n. 117, p. 115– 126, mar/2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 16/12/2019.

RONQUIM, C. C.; PRADO, C. H. B. A.; SOUZA, J. P. **Estabelecimento e crescimento de plantas jovens de *Vochysia tucanorum* Mart. (Vochysiaceae) em área aberta e sombreada sob dossel florestal**. Sci. For., Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 121 – 130, mar., 2013. Disponível: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 19/12/2019.

RÜHLE, W.; WILD, A. **The intensification of absorbance changes in leaves by light-dispersion**. Planta 146, p. 551 – 557. 1979. Disponível em: <https://link.springer.com>. Acesso em: 26/12/2019.

SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007. Disponível em: <http://www.arquivo.ufv.br/saeg>. Acesso em: 06/12/2019.

SAMPAIO FILHO, I. J. **Caracterização diurna e sazonal da condutância estomática de indivíduos arbóreos em resposta às variáveis ambientais na Amazônia central**. 2018. Dissertação (Mestrado em Clima e Ambiente) – INPA /Universidade Estadual do Amazonas, Manaus-AM, Brasil, 2018. Disponível em: <https://bdtd.inpa.gov.br>. Acesso em: 23/12/2019.

SANO, E. E.; RODRIGUES, A. A.; MARTINS, E. S.; BETTIOL, G. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; BEZERRA, A. S.; COUTO JUNIOR, A. F.; VASCONCELOS, V.; SCHULER, J.; BOLFE, E. L. **Cerrado ecoregions: a spatial framework to assess and prioritize Brazilian savana environmental diversity for conservation**. Journal of Environmental Management,

232, p. 818 - 828, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 05/12/2019.

SANTOS, E. H.; SOUSA, A. S.; OLIVEIRA-FILHO, A.; MILLER, M.; SILVA JUNIOR, J. R.; SILVA, A.; SILVA, C. E. M. **Avaliação do crescimento e indicadores de estresse em mudas de espécies arbóreas submetidas à deficiência hídrica**. Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento, v. 8, n. 2, p. 41-47, set/2016. Disponível em: <https://www.periodicos.uerr.edu.br>. Acesso em: 07/12/2019.

SANTOS, K. D. G.; FERREIRA, W. M.; SILVA, K. L. F.; COIMBRA, R. R.; SOUZA, C. C. **Germination and initial development of *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae) in two “Cerrado” areas: a step toward its use in reforestation programs**. Brazilian Journal of Botany, v. 41, p. 415–424, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com>. Acesso em: 19/12/2019.

SANTOS-MOURA, S. S.; ALVES, E. U.; URSULINO, M. M.; BRUNO, R. L. A.; ANJOS NETO, A. P. **Effect of shading on *Dimorphandra gardneriana* Tul. seedling production**. Biosci. J., Uberlândia, v. 34, n. 5, p. 1147– 1157, Set/Out. 2018. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br>. Acesso em: 09/12/2019.

SCHMIDT, D.; CARON, B. O.; PILAU, J.; NARDINO, M.; ELLI, E. F. **Morfoanatomia foliar de azevém no sub-bosque de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais**. Rev. Ceres, Viçosa, v. 64, n.4, p. 368 – 375, jul/ago, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 28/12/2019.

SILVA, E. C. S.; ALBUQUERQUE, M. B.; AZEVEDO NETO, A. D.; SILVA JUNIOR, C. D. **Drought and its consequences to plants – from individual to ecosystem**. In: Responses of Organisms to Water Stress, 1º edição, p.17 – 47, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 20/12/2019.

SILVA, F. M.; DRESCH, D. M.; PEREIRA, Z. V.; MUSSURY, R. M.; SCALON, S. P. Q. **Effect of shade on emergence, initial growth, and seedling quality in *Physocalymma scaberrimum***. Brazilian Journal of Botany, 39(1), p. 185 – 191, dez/2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 17/12/2019.

SILVA, J. C.; SILVA, I. P.; SILVA, E. M.; RIBEIRO, E. S.; MOREIRA, E. L.; PASA, M. C. **Sucessão ecológica no cerrado**. FLOVET, n.4, dez/2012. Disponível em: <http://www.periodicoscientificos.ufmt.br>. Acesso em: 03/12/2019.

SILVA, L. C. L.; OLIVEIRA, F. S.; RAMOS, V. D. V.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Pedodiversidade no Estado de Minas Gerais – Brasil**. Caderno de Geografia, v.28, Número Especial 1, p. 18 – 39, 2018. Disponível em: <http://www.periodicos.pucminas.br>. Acesso em: 10/12/2019.

SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J. NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; VIÉGAS, R. A. **Crescimento e produção do pinhão-mansó irrigado com água residuária sob condições de estresse hídrico**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.15, n.6, p.621–629, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 21/12/2019.

SOUTO, M. A. G. **Dinâmica de regeneração natural de um cerrado stricto sensu no Nordeste do Estado de São Paulo**. 2017. Tese (Doutorado em Biologia Comparada) – Departamento de Filosofia, Ciências e Letras. USP, Ribeirão Preto, SP. 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br>. Acesso em: 04/12/2019.

SOUZA, A. P. R. **Aspectos fisiológicos na emergência e crescimento inicial das mudas de *Osmosia arborea* (Vell.) Harms em diferentes disponibilidades hídricas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção) – Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufgd.edu.br>. Acesso em: 06/12/2019.

SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; PINTO, J. E. B. P. **Características biométricas e fisiológicas de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas**. R. bras. Bioci., Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 330–335, out./dez. 2010. Disponível: <http://www.ufrgs.br>. Acesso em: 08/12/2019.

SOUZA, J. P.; MELO, N. M. J.; PEREIRA, E. G.; HALFELD, A. D.; GOMES, I. N.; PRADO, C. H. B. A. **Responses of woody Cerrado species to rising atmospheric CO₂ concentration and water stress: gains and losses**. Functional Plant Biology, doi:10.1071/FP16138, 12 p., dez/2016. Disponível em: www.publish.csiro.au. Acesso em: 08/12/2019.

SOUZA, M. C.; FRANCO, A. C.; HARIDASAN, M.; ROSSATTO, D. R.; ARAÚJO, J. F.; MORELLATO, L. P. C.; HABERMANN, G. **The length of the dry season may be associated with leaf scleromorphism in cerrado plants**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 87 (3), p. 1691 – 1699, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 01/12/2019.

SOUZA, R. F.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Effect of environmental variables in the distribution of tree species in the Iguaçu national park**. Revista Árvore, 41(6), e410609, 10 p., 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em: 04/12/2019.

TANG, H.; HU, Y. Y.; YU, W. W.; SONG, L. L.; WU, J. S. **Growth, photosynthetic and physiological responses of *Torreya grandis* seedlings to varied light environments**. Trees 29(4), 12 p., mar./2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 22/12/2019.

URSULINO, M. M.; COSTA, M. P. S. D.; MEDEIROS, J. G. F.; ALVES, E. U.; ARAUJO, P. C.; BRUNO, R. L. A.; ARAUJO, L. R. **Seed viability of *Dimorphandra gardneriana* subject to water stress in diferente temperatures**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 46, n. 12, p. 2090-2095, dez/2016. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 04/12/2019.

VALLADARES, F.; PEARCY, R. W. **Drought can be more critical in the shade than in the sun: a field study of carbon gain and photoinhibition in a Californian shrub during a dry El Niño year**. Plant, Cell and Environment, 25, p. 749–759, 2002. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 23/12/2019.

VENÂNCIO, H.; ALVES-SILVA, E.; SANTOS, J. C.; **Leaf phenotypic variation and developmental instability in relation to different light regimes**. Acta Botanica Brasilica– 30 (2), p. 296 – 303, abr./jun., 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 23/12/2019.

VINSON, C. C.; DAL’ASSO, T. C. S.; SUDRÉ, C. P.; MANGARAVITE, E.; OLIVEIRA, L. O. **Population genetics of the naturally rare tree *Dimorphandra wilsonii* (Caesalpinioideae) of the Brazilian Cerrado**. Tree Genetics & Genomes 11: 46, 2015. Disponível em: <https://www.springer.com>. Acesso em: 03/12/2019.

WALKER, D. **Excited leaves**. In: Tansley Review n° 36. New Phytol., 121, p. 325-345, 1992. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 15/12/2019.

WRIGHT, I. J.; COOKE, J.; CERNUSAK, L. A.; HUTLEY, L. B.; SCALON, M. C.; TOZER, W. C.; LEHMANN, C. E. R. **Stem diameter growth rates in a fire-prone savana correlate with photosynthetic rate and branch-scale biomass allocation, but not specific leaf área**. Austral Ecology, v. 44, n. 2, p. 339 – 350, abr./2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 20/12/2019.

ZHANG, K.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; YANG, X.; HUANG, Z. **Effect of seed morph and light level on growth and reproduction of the amphicarpic plant *Amphicarpaea edgeworthii* (Fabaceae)**. Scientific Reports, v. 7, art. n. 39886,8 p. 2017. Disponível em: <https://www.nature.com>. Acesso em: 26/12/2019.