

Universidade do Estado do Amazonas
Escola Normal Superior

GLORIA VIEIRA RODRIGUES

FOTOSSÍNTESE DE PLANTAS JOVENS DE ANDIROBA *Carapa guianensis* AUBL. E PAU-DE-BALSA *Ochroma pyramidale* (CAV. EX LAM.) URBAN. SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO E A REIDRATAÇÃO

Manaus – AM

2019

GLORIA VIEIRA RODRIGUES

FOTOSSÍNTESE DE PLANTAS JOVENS DE ANDIROBA *Carapa guianensis* AUBL. E PAU-DE-BALSA *Ochroma pyramidale* (CAV. EX LAM.) URBAN. SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO E A REIDRATAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Amazonas como requisito à obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas

Orientador: Professor Doutor Jair Max Furtunato Maia
Coorientador: Professor Doutor Adamir da Rocha Nina Junior

Manaus – AM
2019

TERMO DE APROVAÇÃO

GLORIA VIEIRA RODRIGUES

FOTOSSÍNTESE DE PLANTAS JOVENS DE ANDIROBA *Carapa guianensis* AUBL.
E PAU-DE-BALSA *Ochroma pyramidale* (CAV. EX LAM.) URBAN. SUBMETIDAS AO
DÉFICIT HÍDRICO E A REIDRATAÇÃO

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em
Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Amazonas como requisito
à obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas pela seguinte
banca examinadora:**

Prof. Dr. Jair Max Furtunato Maia
Orientador – Universidade do Estado do Amazonas - UEA.

Profa. Dra. Maria Astrid Rocha Liberato
Universidade do Estado do Amazonas - UEA.

Profa. Dra. Katell Uguen
Universidade do Estado do Amazonas - UEA.

FICHA CATALOGRÁFICA

Rodrigues, Gloria Vieira

Fotossíntese de plantas jovens de andiroba *Carapa guianensis* Aubl. e pau-de-balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban. submetidas ao déficit hídrico e a reidratação/ Glória Vieira Rodrigues, 2019.

36f.: il.; 31cm.

Orientador: Prof. Dr. Jair Max Furtunato Maia

Coorientador: Prof. Dr. Adamir da Rocha Nina Junior

TCC de Graduação (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade do Estado do Amazonas.

1. Estresse hídrico.
2. Ecofisiologia vegetal.
3. Sistemas agroflorestais.
4. Desempenho fotossintético.

DEDICATÓRIA

“Dedico todo esforço neste trabalho aos meus pais e em memória ao meu irmão Ásafe Vieira Rodrigues”

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar á Deus por ter me permitido continuar até o fim, me deu força e sabedoria, sem ele não eu seria nada.

Agradeço á minha família, meu pai Alexandre, minha mãe Lara, minha irmã Priscila e meu cunhado Mayco, por todo apoio e motivação, por serem a minha base nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jair Max Furtunato Maia, pelos conselhos e orientações, por ter me guiado à ecologia e me direcionado a área de Ecofisiologia vegetal, juntamente com meu coorientador Prof. Dr. Adamir Junior, por todas as orientações e por ter me ajudado nos momentos de sufoco.

Ao laboratório de Ecologia Geral por todo apoio e financiamento nas pesquisas que realizei, desde a primeira Iniciação Científica até aqui.

Á Universidade do Estado do Amazonas – UEA, unidade Escola Normal Superior – ENS, pela oportunidade de fazer minha graduação e por financiamento em todas as pesquisas.

Á FAPEAM – Fundação de Amparo e Pesquisas na Amazônia por todo financiamento da bolsa de pesquisa.

Á banca composta pela Prof. Dra. Maria Astrid R. Liberato e Prof. Dra. Katell Uguen que me acompanham desde a minha primeira Iniciação Científica.

Aos meus amigos Wallace, Alex e Daniele pelos incentivos e afagos nos momentos difíceis, e minhas amigas Rayssa, Kamila, Vitória e Thaila que mesmo distantes sempre foram meu incentivo e inspiração para continuar a graduação.

Aos colegas de laboratório, e os que eu fiz durante a graduação, Amanda Albuquerque, Vanessa, Ítalo e João pelas contribuições no trabalho e pelo companheirismo.

RESUMO

Estudar as adaptações das espécies vegetais diante de perturbações tem sido a ferramenta fundamental da ecofisiologia vegetal. Muitos trabalhos vêm sendo realizados na região Amazônica afim de se entender os seus mecanismos de adaptações das espécies nativas, pois estas são de grande importância para os programas de recuperação de áreas degradadas, devido seu grande potencial em equilibrar a flora e a fauna de uma área até que sua vegetação seja reestabelecida. Entre essas espécies estão o pau-de-balsa e a andiroba e são espécies que frequentemente são plantadas em consórcios. O objetivo desse trabalho foi analisar o desempenho fotossintético de mudas de pau-de-balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban. e andiroba *Carapa guianenses* Aubl. submetidas ao déficit hídrico, onde foram em divididas em dois tratamentos sob condição irrigada e não irrigada, e reidratadas posteriormente até que os níveis fotossintéticos chegassem a zero. O experimento foi realizado na Universidade do Estado do Amazonas - UEA, na Escola Norma Superior – ENS, juntamente com o Laboratório de Ecologia Geral da Instituição e em casa de vegetação. Foram realizadas as análises alométricas, alocação de biomassa e medidas de fotossíntese durante todo o experimento. Ambas as espécies tiveram seu desempenho fotossintético logo reduzido devido o estresse hídrico, a espécie *Ochroma pyramidale* apresentou média de fotossíntese líquida $0,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ após 12 dias, enquanto que andiroba apresentou média de $-0,4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em 10 dias. Entretanto ambas as espécies mostraram rápida recuperação da fotossíntese, ao serem reidratadas novamente, apresentando valores maiores que o grupo controle. A biomassa de ambas as espécies para o grupo não irrigado se mostrou sempre inferior ao grupo irrigado. As médias de crescimento em altura e diâmetro de ambas as espécies pouco variou, entretanto, houve aumento do ganho foliar após o estresse, principalmente para a espécie *Carapa guianensis*, indicando sua estratégia e recuperação ao lançar rapidamente novas folhas ao fim do estresse hídrico. Diante do exposto pode-se concluir que *Ochroma pyramidale* se mostrou mais tolerante ao déficit hídrico que a *Carapa guianensis*, mas ambas tiveram rápida recuperação mostrando grande plasticidade.

Palavras chave: estresse hídrico, ecofisiologia vegetal, sistemas agroflorestais, desempenho fotossintético

ABSTRACT

Studying how adaptations of plant species to disturbances have been a fundamental tool of plant ecophysiology. Much work has been done in the Amazon region to understand its mechanisms of adaptation of native species, as these are of great importance for degraded area recovery programs, due to their great potential to balance the flora and fauna of an area until its vegetation is reestablished. Among these species are balsa and andiroba and are species that are often planted in consortia. The objective of this work was to analyze the photosynthetic performance of Guyana balsa wood and pyramid tick and carapa seedlings submitted to water deficit, where they were divided in two cases under irrigated and non-irrigated conditions and rehydrated to permanent photosynthetic levels a. zero. The experiment was carried out at the Amazonas State University - UEA, at the Norma Superior School - ENS, associated with the Institution's General Ecology Laboratory and in the greenhouse. They were performed as allometric analyzes, biomass allocation and photosynthesis measurements throughout the experiment. Both species had their photosynthetic performance soon reduced due to water stress, one species *Ochroma pyramidale* shows average net photosynthesis $0.5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ after 12 days, while andiroba has an average of $-0.4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ in 10 days. However, as species can quickly recover the photograph, when rehydrated, they present higher values than the control group. A biomass of both species for the non-irrigated group was always lower than the irrigated group. As growth medium in height and diameter of species as little varied species, however, there was an increase in leaf gain after stress, especially for a species of carapaíta, recorded its strategy and recovery by rapidly throwing new leaves at the end of water stress. Given the above, it can be concluded that *O. pyramidale* was more tolerant to water deficit than *C. guianensis*, but was able to quickly recover great plasticity.

Keywords: water stress, plant ecophysiology, agroforestry systems, photosynthetic performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Valores médios de fotossíntese líquida ($A_{\text{líquida}}$) dos indivíduos de <i>Carapa guianensis</i> ao longo do experimento.....	23
Figura 2 – Valores médios de transpiração (E) dos indivíduos de <i>Carapa guianensis</i> ao longo do experimento.....	24
Figura 3 – Valores médios de fotossíntese líquida ($A_{\text{líquida}}$) dos indivíduos de <i>Ochroma pyramidale</i> ao longo do experimento.....	25
Figura 4 – Valores médios de transpiração (E) dos indivíduos de <i>Ochroma pyramidale</i> ao longo do experimento.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Massa seca foliar (MSF) massa seca caulinar (MSC) massa seca radicular (MSC) massa seca total (MST) de plantas jovens de <i>Carapa guianenses</i> Albl. sob condição aclimatada (tempo 0) sob déficit hídrico (tempo 1) e reidratado (tempo 2).....	26
Tabela 2 –	Massa seca foliar (MSF) massa seca caulinar (MSC) massa seca radicular (MSC) massa seca total (MST) de plantas jovens de <i>Carapa guianenses</i> Albl, sob condição aclimatada (tempo 0) sob déficit hídrico (tempo 1) e em reidratado (tempo 2).....	26
Tabela 3 –	Razão raiz/parte aérea de plantas jovens de andiroba e de <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.,) Urban. sob condição aclimatada (tempo 0) sob déficit hídrico (tempo 1) e em reidratado (tempo 2).....	27
Tabela 4 –	Razão raiz/parte aérea de plantas jovens de andiroba e de <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.,) Urban. sob condição aclimatada (tempo 0) sob déficit hídrico (tempo 1) e em reidratado (tempo 2).....	28
Tabela 5 –	Valores médios da taxa de crescimento relativo em altura (TCR-a) taxa de crescimento absoluto em altura (TCA-a) taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCR-d) taxa de crescimento absoluto em diâmetro (TCA-d) e (IGF) Índice de ganho foliar de plantas jovens de <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.,) Urban. e <i>Carapa guianensis</i> Albl. submetidas em diferentes tratamentos, irrigado e não irrigado.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 SISTEMAS AGROFLORESTAIS E ESPÉCIES NATIVAS.....	12
1.2 A ECOFISIOLOGIA PARA ENTENDER O COMPORTAMENTO DAS ESPÉCIES VEGETAIS DIANTE DE PERTURBAÇÕES.....	13
1.3 ESTRESSE HÍDRICO E AS RESPOSTAS DAS ESPÉCIES VEGETAIS.....	14
2 OBJETIVO	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 DESENHO ESPERIMENTAL.....	18
3.2 ESPÉCIES A SEREM ANALISADAS.....	19
3.3 VARIÁVEIS ALOMÉTRICAS.....	20
3.4 ALOCAÇÃO DE BIOMASSA.....	21
3.6 DESEMPENHO FOTOSSÍNTETICO.....	21
3.8 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	22
4 RESULTADOS	23
4.1 ANÁLISE DO DESEMPENHO DA FOTOSSÍNTESE.....	23
4.2 ALOCAÇÃO DE BIOMASSA.....	25
4.3 VARIÁVEIS ALOMÉTRICAS	27
5. DISCUSSÃO	29
5.1. DESEMPENHO FOTOSSÍNTETICO.....	29
5.2 5.2 ALOCAÇÃO DE BIOMASSA E VARIÁVEIS ALOMÉTRICAS.....	30
6. CONCLUSÃO	32
7. REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

1.1 SISTEMAS AGROFLORESTAIS E ESPÉCIES NATIVAS

Devido ao aumento do desmatamento na região Amazônica ao longo tempo, tornou-se importante saber como as espécies florestais podem responder as diferentes mudanças no ambiente, desta forma ocorre o aumento da produção de mudas florestais com espécies nativas em qualidade e quantidade (AZEVEDO, 2013).

Nas últimas décadas tem se expandido bastante o uso de sistemas agroflorestais como meio de recuperação de áreas degradadas. Esses sistemas são formas de uso ou manejo da terra, onde se combinam diferentes tipos de espécies arbóreas (frutíferas e/ou madeireiras) com cultivos agrícolas e/ou criação de animais, de maneira simultânea ou em sequência temporal e que irão promover benefícios econômicos e ecológicos (ARATO DIAS et al., 2003).

Entretanto nem sempre esses sistemas restauram todos os aspectos importantes das comunidades florestais como a estrutura e a biodiversidade, mas podem quando bem planejados, se aproximar ecologicamente destas comunidades e recuperar funções essenciais para a sustentabilidade, como a ciclagem de nutrientes da área (ARATO DIAS et al., 2003).

Deve-se pensar nos sistemas agroflorestais com uma abordagem mais complexa, não apenas como meros consórcios, mas de forma que ele apresente estrutura e função do ecossistema original do lugar, esses sistemas são elaborados e manejados a partir do princípio de sucessão, portanto é importante que se conheça as espécies e seu comportamento em função da relação entre as espécies, e assim classificá-las e grupos sucessionais para que se tenha uma melhor compreensão da dinâmica do sistema no espaço e no tempo (PENREIRO E BRILHANTE, 2013).

Segundo Egler (1954), a sucessão se caracteriza por uma série de saltos discretos, de uma comunidade para outra, onde, a mudança é geralmente um fenômeno de alteração gradual, em que a aparição e desaparecimento de qualquer comunidade pode ser difícil, assim, as sucessões das plantas ocorrem de modo que elas entram e saem, expulsando seu antecessor e, por sua vez, preparando o local para ser expulsa, esse primeiro passo é chamado de retransmissão florística, é onde os consórcios se sobrepõem, sendo que um vai dando lugar ao outro até que um

determinado consórcio se apresentará dominante por determinado período, até completar seu ciclo de vida.

Soares, (2009) em seu trabalho sobre Técnicas de Restauração de Áreas Degradadas afirma que existem também outras técnicas de restauração, como as técnicas de nucleação, utilizadas para promover uma nova sucessão ecológica, onde irá ocorrer níveis mais intensos de interação entre produtores, consumidores e decompositores num ciclo contínuo de mortes e nascimento.

Todas as diferentes técnicas levam a reestruturação de uma área degradada, Tavares et al., (2018) afirma que nos últimos anos, as atividades de reflorestamento como o plantio de árvores nativas, vem sendo alvo de muitos trabalhos e pesquisas, principalmente devido à conscientização da sociedade em relação à necessidade de reverter o estado de degradação do meio ambiente.

O plantio de mudas de espécies nativas, pioneiras e não pioneiras plantadas de forma aleatória, em linhas ou em grupos adensados com o objetivo de acelerar a reestruturação de nutrientes no solo, a formação de serrapilheira e o processo de sucessão secundária tem sido uma das técnicas mais utilizadas de restauração de uma área degradada (SOARES, 2009).

Com o crescimento econômico e demográfico do Brasil a ocorrência de devastação de áreas naturais vem aumentando colocando em risco a fauna, a flora e os recursos hídricos. As pastagens e os cultivos agrícolas vem sendo invadidas, assim como as regiões de proteção ambiental, provocando desequilíbrio nesses ecossistemas (PEREIRA E RIBEIRO, 2012).

Diante desse processo de destruição, causada no passado principalmente pelo crescimento das atividades agropecuárias, hoje, a iniciativa privada e o poder público têm papel fundamental na conservação da vegetação nativa e na regeneração das áreas degradadas, além de incentivar ações de conscientização e mobilização das comunidades (PEREIRA E RIBEIRO, 2012).

1.2 A ECOFISIOLOGIA PARA ENTENDER O COMPORTAMENTO DAS ESPÉCIES VEGETAIS DIANTE DE PERTURBAÇÕES

As adaptações das espécies vegetais diante de perturbações tem sido a ferramenta fundamental para os estudos de ecofisiologia vegetal. Esta ciência experimental procura explicar os mecanismos fisiológicos que estão relacionadas as

observações ecológicas e as respostas fisiológicas das plantas ao meio ambiente, onde se objetiva entender os controles do crescimento, reprodução, sobrevivência e distribuição geográfica das plantas, seus mecanismos de adaptações e como esses processos afetam as plantas. (SBRISSIA et al., 2007).

O conhecimento acerca do comportamento ecofisiológico das diferentes espécies vegetais a partir de suas respostas fotossintéticas e condutância estomática são fundamentais, pois mantêm a dinâmica de ambientes degradados, principalmente em relação aos serviços que estes prestam às comunidades locais, regionais e globais, além de auxiliar no conhecimento das suas respostas fisiológicas em relação às variações climáticas ou as situações das perturbações (CAVALCANTE, 2014).

Por isso, é importante que o estado fisiológico das mudas seja conhecido e monitorado para um melhor desenvolvimento em campo, durante o plantio e em fase de crescimento, pois fatores abióticos afetam a atividade fotossintética dos vegetais e através desse conhecimento as plantas serem separadas em diferentes grupos sucessionais de acordo com os seus comportamentos em relação a luminosidade e a ausência ou excesso de água, podendo ser classificadas em espécies pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climax (TAVARES et al., 2018).

Entretanto, o custo de tais pesquisas torna-se elevado diante da necessidade de replantio decorrente dos altos índices de mortalidade das mudas. Em alguns casos, isso ocorre devido à falta de conhecimento dos seus aspectos ecofisiológicos, sujeitando-as a áreas propensas a estresses ambientais aos quais não estão adaptadas (NASCIMENTO, 2011).

1.3 ESTRESSE HÍDRICO E AS RESPOSTAS DAS ESPÉCIES VEGETAIS

Taiz e Zeiger (2009) definem o estresse como um fator externo, que vai exercer uma influência que foi desvantajosa para a planta e induz mudanças e respostas em todos níveis funcionais do organismo, no qual elas podem se tornar irreversíveis ou não.

A água no tecido vegetal, constitui cerca de 50 % da massa fresca das plantas lenhosas e cerca de 80 a 95 % nas plantas herbáceas, sendo necessária como reagente no metabolismo vegetal, transporte e translocação de solutos, na

turgescência celular, na abertura e fechamento dos estômatos, sendo responsável também pela forma e estrutura dos órgãos (CORDEIRO, 2012)

A falta de água no início do desenvolvimento das espécies vegetais faz com que ocorram problemas como atraso e irregularidades na germinação. É de extrema importância que as exigências hídricas, assim como as nutricionais, a partir do início do florescimento sejam atendidas, pois a partir deste período, muitos eventos começam a ocorrer na planta como: produção de folhas, flores, raízes, ginóforos, penetração dos ginóforos no solo e o desenvolvimento das vagens (NETO et al., 2012).

A redução do conteúdo de água no solo afeta acentuadamente alguns processos morfofisiológicos, enquanto, outros nem tanto. A resposta mais proeminente das plantas ao déficit hídrico, do fechamento dos estômatos e redução da fotossíntese, diminuição da área foliar, aceleração da senescência e da abscisão das folhas, portanto, quando as plantas são expostas a situações de déficit hídrico exibem, frequentemente, respostas fisiológicas que resultam, de modo indireto, na conservação da água no solo, como se estivessem economizando para períodos posteriores (SANTOS E CARLESSO, 1998; MARENCO, 2015).

Tolerar a seca para a planta não é um mecanismo simples, e sim um complexo de adaptações que trabalham em conjunto ou isoladamente para evitar ou tolerar períodos longos de déficit hídrico. Portanto, períodos de seca se tornam limites para a produtividade das plantas sempre que a deficiência hídrica é interfere na assimilação de carbono e produção de fotoassimilados (CORDEIRO, 2012).

A frequência e a intensidade do déficit hídrico constituem os fatores mais importantes à limitação da produção agrícola mundial. É de fundamental importância o conhecimento das condições meteorológicas durante o período de desenvolvimento das plantas, principalmente quanto aos períodos de baixa precipitação e elevada demanda na evapotranspiração (SANTOS e CARLESSO, 1998).

Segundo Gonçalves et al (2008) nos últimos anos diversas pesquisas sobre déficit hídrico, em diferentes espécies vegetais, têm sido realizadas para que se possa entender estes mecanismos de tolerância, os resultados dessas pesquisas têm sido aplicados em diferentes projetos de manejo de plantios florestais e podem aperfeiçoar as diferentes técnicas de silvicultura. O estresse nos mostra como a água, luz e solo são importantes na delimitação e distribuição das espécies.

As informações sobre as estratégias utilizadas pelas plantas em resposta a disponibilidade dos recursos primários como água, luz e temperatura são essenciais para o uso sustentável de diversas espécies com grande potencial econômico (LIBERATO et al., 2006).

Muitos programas de recuperação de área degradadas buscam utilizar e explorar o potencial das espécies nativas da região amazônica, que estão supostamente mais bem adaptados as condições climáticas e vão facilitar o equilíbrio entre a fauna e a flora quando a vegetação for reestabelecida, e entre as espécies utilizadas nesses plantios, estão o pau-de-balsa, que é consorciado com outras espécies (por ser pioneira) com o andiroba *Carapa guianensis* Aubl., mogno *Swietenia macrophylla* King, cedro *Cedrela odorata* L., pau-rosa *Aniba rosaeodora* Ducke que possuem grande valor comercial no mercado (GREEN, 2004).

A Ecofisiologia estuda as respostas fisiológicas dos vegetais em relação às condições ambientais. Nos sistemas de recuperação de áreas degradadas é importante conhecer as respostas fisiológicas das plantas em relação às situações de estresse seja hídrico, luminoso, ou por nutrientes para que se possa classificá-las em grupos sucessionais e manejá-las de forma adequada.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as respostas fotossintéticas de plantas jovens de andiroba *Carapa guianensis* Aubl. e pau-de-balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban. submetidas ao déficit hídrico e a reidratação

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar taxa de crescimento relativo e absoluto em resposta aos tratamentos;
- Verificar o acúmulo de biomassa em resposta aos tratamentos;
- Analisar e comparar o desempenho fotossintético em resposta aos tratamentos e entre as espécies

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DESENHO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Escola Normal Superior da Universidade do Estado do Amazonas, muito próximo ao cruzamento das avenidas Darcy Vargas com a Avenida Djalma Batista, no período de 19 de agosto 2019 a 31 de outubro de 2019, as análises foram realizadas no Laboratório de Ecologia Geral desta instituição.

Foram utilizadas plantas de cada espécie oriundas do viveiro florestal da Universidade do Estado do Amazonas - UFAM que foram semeadas em abril de 2018 e possuíam 1 ano e 5 meses de idade quando foram utilizadas no experimento. Inicialmente havia 24 espécies de *Carapa guianensis* e 40 indivíduos de *Ochroma pyramidale*, entretanto devido complicações nos equipamentos, houve atraso no experimento e as mudas precisaram ser transplantadas para outros vasos de 3 litros, com mistura de terra e serragem proporção 3:1 restando apenas 17 mudas de *Carapa guianensis* e 22 de *Ochroma pyramidale*.

Durante 30 dias as mudas foram aclimatadas e após esse período, as plantas foram divididas e submetidas a dois tratamentos: T1 - irrigadas, T2 - não irrigadas. Os indivíduos dos tratamentos plantas irrigadas receberam irrigação, diariamente, duas vezes ao dia. No tratamento plantas não irrigadas, a irrigação foi suspensa até a resposta fotossintética alcançar valores próximos a zero. Sua reidratação foi realizada até as plantas recuperaram sua atividade fotossintética.

As medidas de fotossíntese foram realizadas durante todo o período do experimento (1, 8, 10, 19, 26 dias, para andiroba e 1, 8, 10, 12, 19, 26 para pau de balsa) de acordo com o desempenho fotossintético dos indivíduos como n amostral de 4 indivíduos por tratamento. As outras análises foram realizadas nos seguintes intervalos: 0 (primeira medição, condição aclimatada) 1(no período de estresse) 2 (após o estresse). Sendo que para as análises foliares foram utilizadas, inicialmente, folhas maduras (pré-existent). A condição aclimatada (tempo 0) foi a mesma para todos os tratamentos, visto que todas as plantas estavam sob a mesma condição.

3.2 ESPÉCIES A SEREM ANALISADAS

Carapa guianensis Aubl.

A andiroba *Carapa guianensis* Aubl. Meliaceae é bastante encontrada nas áreas de baixios da região Amazônica. Possui copa de tamanho mediano e densa e o tronco cinza escuro, descamante que pode ou não ser ramificado desde a base. Suas folhas são grandes, compostas de 4 e 6 pares de folíolos de ponta acuminada, com nervuras salientes e pecíolo longo. Com textura de couro, as folhas demoram para se decompor mesmo em ambientes úmidos, ou imersas na água. As flores são pequenas, levemente amareladas e perfumadas. Os frutos são cápsulas globosas, de casca marrom-avermelhada e quatro valvas (SILVA, SILVESTRE 2013).

Floresce e frutifica em épocas diferentes do ano, conforme a região: no Pará, ou Amazônia Oriental, a floração ocorre entre agosto e outubro, a frutificação ocorre entre janeiro e abril, época das cheias. Já na Amazônia Ocidental, a floração começa em dezembro e a frutificação em março. Nos dois casos, é normal os frutos caírem na água e serem transportados para germinarem lugares distintos (SILVA, SILVESTRE 2013).

A andiroba possui uma madeira apresenta densidade de 0,70 a 0,75 g/cm³, sendo considerada moderadamente pesada. A madeira da andiroba é fácil de trabalhar o que permite um bom acabamento, devido isso é muito procurada no mercado interno, para fabricação de móveis, caixotaria fina, construção civil (vigas, caibros, ripas, etc.), compensados, acabamento interno de barcos e navios e outros usos (GREEN, 2004).

Ochroma pyramidale

A espécie *Ochroma pyramidale* (Cav.) Urb. pertencente à família Malvaceae, é conhecida pelo nome popular pau-de-balsa, pau-de-jangada ou simplesmente balsa, sendo. Sua área de ocorrência vai do sul do México à Bolívia, Peru e Amazonas, frequente na sua metade ocidental. Ocorre em matas primárias e secundárias e às margens dos rios igapós (NETTO, 2006).

Ochroma pyramidale (Cav.) Urb. possui fruto cápsula e cada semente está envolta por paina medindo cerca de 5 mm de comprimento. Sua madeira do pau-de-balsa é muito leve, elástica e macia, sendo fácil de trabalhar. Pelas suas características, é ideal para construir jangadas, balsas, salva-vidas, bóias e

brinquedos. A paina dos frutos pode ser usada no enchimento de almofadas e travesseiros (NETTO, 2006).

O Pau-de-balsa é uma espécie que se distribui amplamente na zona neotropical, incluindo as Antilhas, ocorre desde o Sul do México até a Bolívia e na Amazônia Brasileira; preferencialmente em terras baixas e em vales entre montanhas, mas também pode ser encontrada até 2000 m de altitude. É uma planta que se desenvolve relativamente bem em solo arenoso com fina camada orgânica, como nas margens inundáveis de rios e igapós, mas prefere solos férteis, úmidos, bem drenados, argilosos, neutros ou alcalinos (LEÃO et al., 2008).

As flores são polinizadas por insetos noturnos e as sementes são dispersas pelo vento. As sementes podem permanecer em dormência por muito tempo, compondo o banco de sementes da floresta. Germinam abundantemente quando as condições de luz, temperatura e umidade são propícias (LEÃO et al., 2008).

O crescimento rápido das plântulas do pau-de-balsa faz com que esta espécie tenha grande potencial de uso em projetos de reflorestamento, sobre áreas manejadas, principalmente porque quando o pau-de-balsa é plantada em consórcio, com outras espécies que apresentam crescimento lento, estágio sucessional tardio, esta planta pioneira fornece sombreamento para as plântulas dessas espécies com crescimento lento e, além disso, melhora a fertilidade do solo, através da ciclagem de nutrientes (GREEN, 2004).

3.3 VARIÁVEIS ALOMÉTRICAS

As variáveis de crescimento foram determinadas durante todo o período experimental, em todas as plantas por tratamento. As seguintes medidas foram realizadas: altura (da base do caule até a gema apical), diâmetro do caule (acima da região de inserção das primeiras raízes), número de folhas. Para a medição da altura foi utilizado régua milimetrada de 60 cm, para o diâmetro, um paquímetro digital.

Para as variáveis de crescimento relacionadas à arquitetura (altura, diâmetro do coleto, número de folhas) foram determinadas as seguintes variáveis de crescimento conforme Bugbee (1996) e Davanzo et al., (2002), a saber:

$$\text{TCR-a} = (\ln A_2 - \ln A_1) / (t_2 - t_1)$$

$$\text{TCR-d} = (\ln D_2 - \ln D_1) / (t_2 - t_1)$$

$$\text{IGF} = (\text{NFN}/\text{NFO}) \times [100/(t_2 - y_1)]$$

$$\text{TCA-a} = (A_2 - A_1) / (t_2 - t_1)$$

$$\text{TCA-d} = (d_2 - d_1) / (t_2 - t_1)$$

Em que:

TCR é a taxa de crescimento relativo e TCA é a taxa de crescimento absoluto em altura (a) e diâmetro (d);

IGF é o índice de ganho foliar; A₂ é a altura final; A₁ altura inicial, D₂ diâmetro final e D₁ diâmetro inicial;

NFN é o número de folhas novas lançadas e NFO número de folhas originais;

T₂ é o tempo final do experimento e T₁ tempo inicial experimental.

3.4 ALOCAÇÃO DE BIOMASSA

A análise de biomassa foi feita no início (tempo 0) no período de estresse (tempo 1) e no fim do experimento (tempo 2). Para tal as plantas foram seccionadas em folhas, caules, raízes, acondicionados em sacos de papel para secagem em estufa a temperatura de 65°C. A pesagem da matéria seca (MS) foi realizada em balança analítica, até a obtenção do peso seco constante. Posteriormente, foram obtidas as variáveis $MS = MSF + MSC + MSR$ (GRIME E HUNT, 1975).

A MSF é a massa seca foliar; MSC é a massa seca caulinar, MSR é a massa seca radicular e MS é a matéria seca total. Adicionalmente, foi calculada a razão raiz e parte aérea (MSR/MSF).

3.6 DESEMPENHO FOTOSSINTÉTICO

As trocas gasosas foram obtidas em folhas localizadas no terço médio das plantas, em bom estado fitossanitário e completamente expandidas, utilizando o IRGA (LICOR-6400XT). As medições foram realizadas no período entre 08h e 12h, em quatro plantas por tratamento onde foram medidas as taxas de fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E).

Os dados pontuais de trocas gasosas foram obtidos à densidade de fluxo de fótons saturante (PPFD) de 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. O IRGA foi ajustado para o fluxo de 400 $\mu\text{mol s}^{-1}$, concentração de CO₂ e H₂O dentro da câmara de medição em torno de $400 \pm 4 \mu\text{mol mol}^{-1}$ e $21 \pm 1 \text{ mmol mol}^{-1}$, respectivamente. A temperatura do bloco foi mantida em torno de $31^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ (FERREIRA et al., 2012).

3.8 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com dois tratamentos irrigado e não irrigado. As análises foliares, foram realizadas utilizando folhas maduras, pré-existentes.

Os resultados obtidos foram submetidos à ANOVA One-way e quando a análise se mostrar significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Todas as análises foram processadas a partir do programa BioEstat (Fundação Mamirauá).

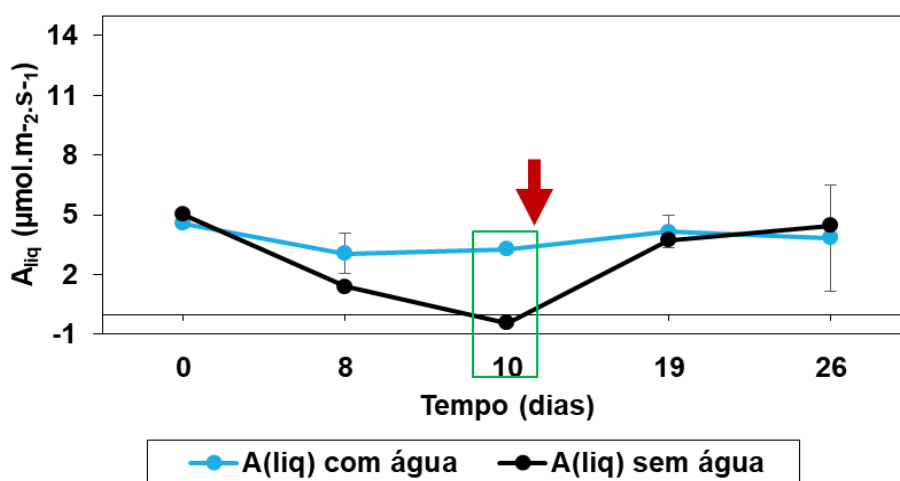
4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DO DESEMPENHO DA FOTOSSÍNTESE

As médias de fotossíntese mínima e máxima das plantas de *Carapa guianensis* Albl. variaram de 3,0 a 4,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para os indivíduos do grupo irrigadas, para grupo não irrigado variaram de 0,4 a 5,0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Observou-se que após 10 dias de experimento o desempenho fotossintético dos indivíduos não irrigados, reduziu chegando aos valores mínimos de fotossíntese, com média de 0,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, diferindo estatisticamente do grupo irrigado.

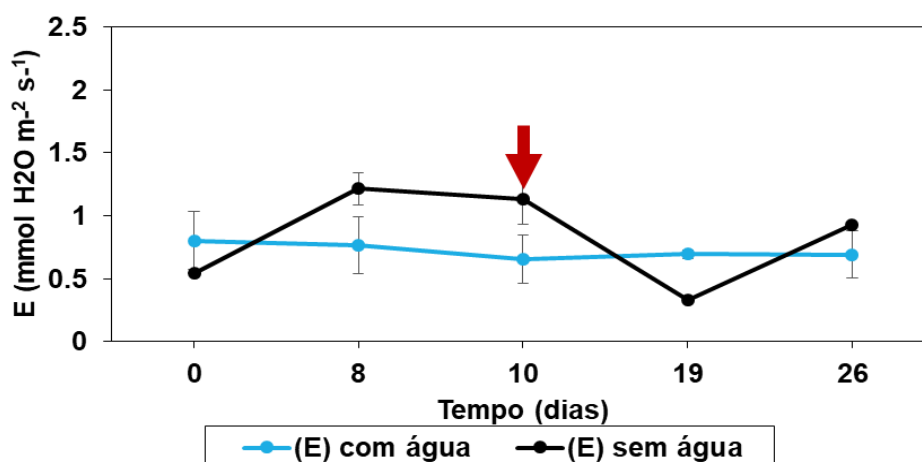
Após 9 dias de reidratação pode-se observar novamente o crescimento da fotossíntese com média de 3,7 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para o grupo não irrigado. No 26º dia de experimento os valores de fotossíntese de os tratamentos variaram com média de 3,8 e 4,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para o grupo irrigados e não irrigados respectivamente Figura 1. A média geral de transpiração dos indivíduos irrigados foi de 0.7 $\mu\text{molH}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, enquanto que para os indivíduos não irrigados foi de 0.8 $\mu\text{molH}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ Figura 2.

Figura 1 – Valores médios de fotossíntese líquida (A_{liq}) dos indivíduos de *Carapa guianensis* Albl. ao longo do experimento.



*As barras nas linhas do gráfico representam o desvio padrão das médias de fotossíntese, a caixa representa diferença estatística e a seta quando foi reidratada.

Figura 2 – Valores médios de transpiração (E) dos indivíduos de *Carapa guianensis* Abl. ao longo do experimento.

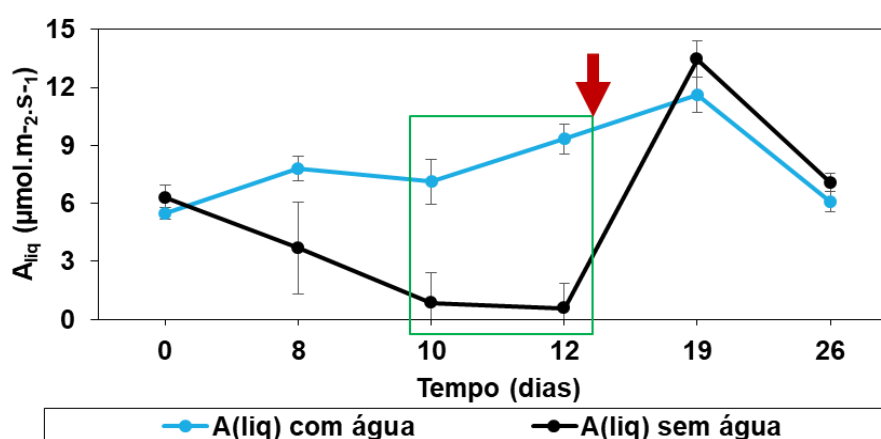


*As barras nas linhas do gráfico representam o desvio padrão das médias de fotossíntese e a seta, quando foi reidratado.

Para os indivíduos da espécie *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban as médias de fotossíntese máxima e mínima foi de 11,6 e 5,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para o grupo irrigados, e de 13,4 e 0,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para o grupo não irrigados. Após 12 dias de experimento a média de fotossíntese dos não irrigados chegou a 0,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ enquanto que o grupo irrigado apresentou 9,3 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de fotossíntese Figura 3.

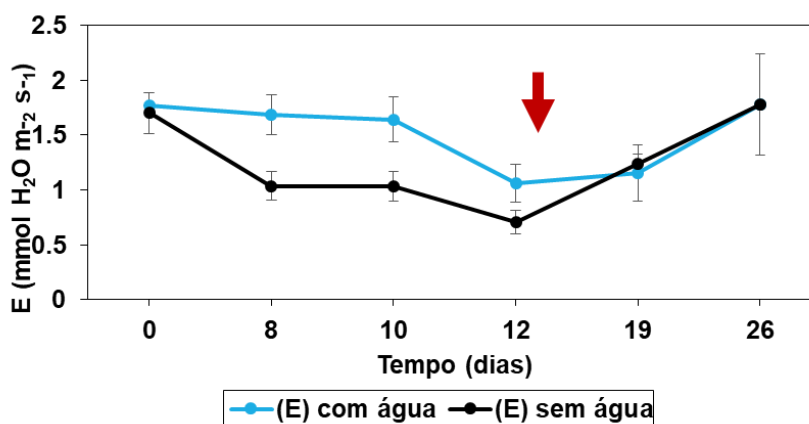
No 19º após a reidratação, os indivíduos irrigados chegaram a média de 11,6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, enquanto que os não irrigados a média foi de 13,4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ diferindo estatisticamente. A média geral de transpiração dos indivíduos do grupo irrigados foi de 1.5 $\mu\text{molH}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, e para os indivíduos não irrigados foi de 1.2 $\mu\text{molH}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ Figura 4.

Figura 3 - Valores médios de fotossíntese líquida (A líquida) dos indivíduos de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban ao longo do experimento.



*As barras nas linhas do gráfico representam o desvio padrão das médias de fotossíntese e a seta, quando foi reidratado.

Figura 4 - Valores médios de transpiração (E) dos indivíduos de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban ao longo do experimento.



*As barras nas linhas do gráfico representam o desvio padrão das médias de fotossíntese e a seta, quando foi reidratado.

4.2 ALOCAÇÃO DE BIOMASSA

As medidas de alocação de biomassa dos indivíduos de andiroba foram feitas na condição aclimatada, sob estresse e reidratadas. As médias de MSF diferiram estatisticamente apenas na condição reidratada, para MSC houve diferença estatística nas condições sob déficit hídrico e reidratado, para MSR não houve diferença estatística, entretanto para MST houve diferença estatística entre as médias dos tratamentos Tabela 01.

Tabela 01: Massa seca foliar (MSF) massa seca caulinar (MSC) massa seca radicular (MSC) massa seca total (MST) de plantas jovens de *Carapa guianensis* Alb., sob condição aclimatada (tempo 0) sob déficit hídrico (tempo 1) e em reidratado (tempo 2).

TEMPO	MSF (g)		MSC (g)		MSR (g)		MST(g)	
	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO
0	1,28 ± 0,28		1,25 ± 0,05		1,37 ± 2,75		3,91 ± 0,45	
1	3,06 ± 2,64 A	3,34 ± 1,61 A	5,40 ± 4,36 A	3,08 ± 0,30 B	2,72 ± 8,16 A	3,08 ± 9,26 A	11,18 ± 8,64 A	9,52 ± 2,47 A
2	8,88 ± 9,61 A	2,65 ± 0,81 B	7,90 ± 6,7 A	3,92 ± 1,72 B	4,78 ± 19,15 A	4,33 ± 21,67 A	21,64 ± 19,83 A	10,92 ± 1,59 B

*valores médios e respectivos desvio padrão do grupo irrigado e não irrigado. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si quando comparados os tratamentos.

Para a massa seca foliar (MSF) das plantas de pau-de-balsa, houve diferença estatística entre as médias dos tratamentos no período de reidratação, para massa seca caulinar (MSC) houve diferença estatística entre os tratamentos no período de déficit hídrico, para a massa seca radicular (MSR) houve diferença estatística no período de reidratação e para a massa seca total não houve diferença estatística nas médias entre os tratamentos Tabela 02.

Tabela 02: Massa seca foliar (MSF) massa seca caulinar (MSC) massa seca radicular (MSC) massa seca total (MST) de plantas jovens de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex. Lamb) Urban., sob condição aclimatada (tempo 0) sob déficit hídrico (tempo

TEMPO	MSF (g)		MSC (g)		MSR (g)		MST(g)	
	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO
0	1,92 ± 0,61		3,42 ± 1,11		3,5 ± 0,97		8,85 ± 2,32	
1	2,85 ± 0,53 A	3,12 ± 0,58 A	5,7 ± 0,94 A	4,21 ± 1,40 B	4,66 ± 0,33 A	6,17 ± 2,68 A	13,22 ± 1,03 A	13,5 ± 3,41 A
2	3,93 ± 0,48 A	2,94 ± 0,44 B	6,08 ± 0,88 A	5,79 ± 0,76 A	4,89 ± 1,18 A	4,06 ± 0,99 B	14,91 ± 1,23 A	12,8 ± 1,85 A

1) e reidratado (tempo 2).

* valores médios e respectivos desvio padrão do grupo irrigado e não irrigado. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si quando comparados os tratamentos.

A razão da raiz e parte aérea dos indivíduos de andiroba e pau-de-balsa, foi calculada com o valor da soma total de MSF nos tempos 0, 1 e 2 e soma total da MSR total nos respectivos tempos. O menor valor obtido da relação MSF/MSR para a espécie andiroba foi para o grupo irrigado no tempo 2, indicando que a biomassa dos indivíduos deste grupo cresceu quase que de maneira uniforme e mais eficiente já que estes estavam sob ótimas condições durante todo o período de experimento. No mesmo tempo (2) os indivíduos do grupo não irrigado apresentaram a maior valor da relação MSF/MSR, demonstrando que houve uma realocação de biomassa maior para as raízes como uma estratégia de sobrevivência diante o déficit hídrico, na busca de obter mais água do solo Tabela 3.

Para os indivíduos do pau-de-balsa no tratamento irrigado os valores de razão entre MSF/MSR se mantiveram sempre inferiores aos valores do grupo não irrigados.

A MSR total de ambos os tratamentos se mostrou sempre maior que a MSF em ambos os tratamentos, indicando maior alocação de biomassa para o sistema radicular, na busca para a obtenção de água e nutrientes, entretanto no grupo não irrigados a razão MSF/MSR apresentou maiores valores.

Tabela 3: Razão raiz/parte aérea de plantas jovens de *Carapa guianensis* Albl. E *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban e de pau-de-balsa, sob condição aclimatada (tempo 0) sob déficit hídrico (tempo 1) e em reidratado (tempo 2).

TEMPO	MSR/MSF (g)		MSR/MSF	
	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO
0	2,75/2,56= 1,07		10,52/6,31= 1,66	
1	8,16/9,19= 0,88	9,26/10,02= 0,92	13,99/8,57= 1,63	18,51/9,37= 1,97
2	19,15/35,53= 0,53	21,67/13,29= 1,63	24,48/19,65= 1,24	20,32/14,72= 1,38

4. 3 VARIÁVEIS ALOMÉTRICAS

Para os indivíduos de pau-de-balsa, o grupo não irrigado apresentou maior valor médio de TCR-a com 0,006cm., enquanto que os indivíduos não irrigados de andiroba apresentarão a média de 0,000cm demonstrando que não houve TCR-a. A TCR-d, do grupo não irrigados dos indivíduos de andiroba apresentou maior valor entre os tratamentos e entre as espécies com 0,004mm.

Para a TCA-a dos indivíduos de pau-de-balsa, grupo não irrigado apresentou maior valor médio em relação aos tratamentos com 0,40cm enquanto que para andiroba a média foi 0,09cm para os irrigados e 0,03cm não irrigados. E a TCA-d houve redução na média de pau-de-balsa do grupo não irrigado com -0,01mm, enquanto que para os indivíduos de andiroba a média foi 0,03mm.

O IGF do grupo irrigado foi maior que do grupo não irrigado com valor de 4,26% para os indivíduos de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban, diferente dos indivíduos de *Carapa guianeses* Albl. onde o grupo não irrigado apresentou maior valor com 4,29% comparado ao grupo irrigado e maior valor entre as espécies.

Tabela 4- Valores médios da taxa de crescimento relativo em altura (TCR-a) taxa de crescimento absoluto em altura (TCA-a) taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCR-d) taxa de crescimento absoluto em diâmetro (TCA-d) e (IGF) Índice de ganho foliar de plantas jovens de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban e *Carapa guianenses* Albl. submetidas em diferentes tratamentos, Irrigado e Não irrigado.

TRATAMENTO	TCR-a - cm.cm. ⁻¹ dia ⁻¹		TCR-d - mm.mm. ⁻¹ dia ⁻¹		TCA-a - cm.dia ⁻¹		TCA-d - mm.dia ⁻¹		IGF %	
	pau-de-balsa	andiroba	pau-de-balsa	andiroba	pau-de-balsa	andiroba	pau-de-balsa	andiroba	pau-de-balsa	andiroba
Irrigado	0,002	0,004	0,001	-0,001	0,15	0,09	0,01	0,01	4,26	4,16
não irrigado	0,006	0,000	-0,002	0,004	0,40	0,03	-0,01	0,03	3,69	4,29

5. DISCUSSÃO

5.1 DESEMPENHO FOTOSSÍNTETICO

Neste trabalho o grupo de indivíduos não irrigados da espécie *Carapa guianensis* apresentou rápida redução da fotossíntese líquida, chegando a média de $0,4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sugerindo que essa espécie, ao ocorrer suspensão da água, logo chegaram ao ponto crítico que Segundo Raven et al (2017) varia de espécie para espécie. No trabalho de Gonçalves et al (2009) sobre Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação, em 14 dias de supressão hídrica (tempo maior que neste trabalho) foi obtido média de fotossíntese de $0,9 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Para os indivíduos de pau-de-balsa a redução da fotossíntese líquida demorou 12 dias para chegar a média de $0,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ sugerindo que a quantidade de água disponível para as plantas influenciou de forma significativa na fotossíntese das plantas.

Raven et al (2007) também afirma que o fechamento estomático ocorre com a diminuição de solutos nas células guarda, e esse processo é importante pois evita a perda de água através da folha da planta, entretanto, também bloqueia a entrada de dióxido de carbono na folha, e este é essencial para o processo de fotossíntese.

O efeito da redução de água é um dos principais fatores que afetam o fechamento estomático, Oliveira et al, (2002) afirma que para que a planta possa economizar água durante o período crítico é necessário o fechamento gradual dos estômatos e a manutenção de taxas mais reduzidas de transpiração em agravo a absorção de CO_2 .

Quanto a recuperação dos indivíduos da espécie *C. guianenses* a fotossíntese foi reestabelecida após nove dias de reidratação com valor médio de $3,7 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, e no vigésimo sexto dia de experimento já apresentava valor médio superior ao grupo irrigado demonstrando uma ótima capacidade de resiliência e recuperação sem muitos danos ao aparato fotossintético.

Já os indivíduos de pau-de-balsa, tiveram rápida recuperação, pois, após sete dias de reidratação houve aumento na fotossíntese com média de $13,4 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, valor de média maior que do grupo irrigado. Segundo Bianchi et al 2016, a resistência a dessecação está relacionada a capacidade que o indivíduo tem de

tolerar longos períodos de deficiências hídrica sem apresentar injúrias, estando este mais apto a adequar seu metabolismo na época de seca.

De acordo com Lopes et al (1988) o déficit hídrico reduz as trocas gasosas e a sua condução para a folha, quando o déficit é interrompido esses fatores tendem a voltar ao normal porém não completamente pois a velocidade de recuperação é reduzida, e poder ser mais lenta, ainda mais se está chegar ao ponto de murcha permanente, entretanto a frequência e a intensidade do déficit hídrico pode ocasionar danos irreparáveis, que varia de acordo com a idade em que a planta sofre o déficit (apud SANTOS e CARLESSO, 1998).

5.2 ALOCAÇÃO DE BIOMASSA E VARIÁVEIS ALOMÉTRICAS

Os elementos essenciais para o crescimento de qualquer tecido vegetal, inclui carboidratos, minerais e água, e quando estes começam a ser reduzidos, podem ocasionar variações nas taxas de crescimento dos tecidos, principalmente se esse elemento for um fator limitante para a espécie vegetal em estudo (BROUWER, 1962),

Frigere (2007) também afirma que quando a planta realiza alocação de biomassa para a raiz ou para a parte aérea, isso pode estar relacionado a disponibilidade de recursos. Neste trabalho a água foi um recurso limitante para as espécies vegetais em estudo, e um fator decisivo para que houvesse alterações na razão raiz e parte aérea dos vegetais.

A medida que as plantas foram submetidas a suspensão a rega estas foram desenvolvendo o sistema radicular na busca por água e nutrientes do solo, afim de manter as atividades metabólicas e sobreviver, entretanto, foi necessário realizar a abscisão foliar e reduzir a biomassa foliar, para reduzir a perda de água através das folhas pelo processo de transpiração.

Essa estratégia demonstra que a espécie tem uma grande capacidade de se adaptar e sobreviver por longos períodos as diferentes condições ambientes, incluindo ambientes extremos com pouca disponibilidade de água, principalmente o pau-de-balsa por ser uma espécie pioneira.

As médias alométricas deste trabalho revelaram pouca variação nas taxas de crescimento em altura e diâmetro dos dois tratamentos para ambas as espécies, entretanto na TCA-a para os indivíduos de pau-de-balsa houve aumento nas médias

do grupo não irrigado, o que demonstra uma resposta incomum as espécies que são submetidas ao déficit pois, segundo Duarte(2012) o déficit hídrico influencia em todos os aspectos no crescimento das plantas, onde de acordo com a sua duração e o tipo de planta pode provocar mudanças na anatomia, fisiologia e bioquímica destas. O estresse ao tornar-se severo pode afetar a divisão e a expansão celular, podendo esta ser retardada ou interrompida.

O IGF revelou um aumento para os indivíduos não irrigados de andiroba e aumento para os irrigados de pau-de-balsa, demonstrando que mesmo em situação de déficit os indivíduos de andiroba pouco foram afetados na sua quantidade de folha, visto que umas das respostas das espécies vegetais ao déficit hídrico é a abscisão foliar.

Duarte (2012) também afirma que ao se encerrar o déficit hídrico, as atividades metabólicas das plantas podem rapidamente ser retomadas e dependendo da espécie numa velocidade maior que das plantas da mesma idade que não sofreram estresse, isso pode explicar o fato de o ganho foliar de andiroba não irrigados ser maior que do grupo irrigados.

6. CONCLUSÃO

Portanto, ambas as espécies tiveram seu desempenho fotossintético logo reduzido devido o estresse hídrico, entretanto a espécie pau-de-balsa por ser uma pioneira manteve a média de fotossíntese líquida, com valores maiores que zero por mais tempo. Andiroba, também mostrou rápida recuperação da fotossíntese, apresentando valores maiores que o grupo controle, demonstrando sua grande plasticidade e tolerância, mostrando-se mais resistente ao estresse hídrico.

A biomassa de ambas as espécies para o grupo não irrigado se mostrou sempre inferior ao grupo irrigado, indicando que o estresse hídrico afetou o acúmulo de biomassa em ambas as espécies nos grupos que sofreram a suspensão da rega. As médias de crescimento em altura e diâmetro de ambas as espécies pouco variou, incluindo também aumento do ganho foliar após o estresse, principalmente para a espécie andiroba, indicando sua estratégia e recuperação ao lançar rapidamente novas folhas ao fim do estresse hídrico.

Diante do exposto pode-se concluir que andiroba se mostrou menos tolerante ao déficit hídrico que pau-de-balsa mas ambas tiveram rápida recuperação.

REFERÊNCIAS

ARATO DIAS, Helga; MARTINS VENÂNCIO, Sebastião; FERRARI SOUZA, Silvia Helena de. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, 2003.

AZEVEDO, Gracilene Fernandes da Costa et al. Mudanças fisiológicas associadas à pré-aclimatação em quatro espécies florestais da Amazônia. 2013.

BIANCHI, Leandro; GERMINO, Gabriel Henrique; DE ALMEIDA SILVA, Marcelo. Adaptação das Plantas ao Déficit Hídrico. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 4, p. 15-32, 2016.

BROUWER, R. **Nutritive influences on the distribution of dry matter in the plant.** [sn], 1962.

BUGBEE, B. G.. Growth, analyses and yield components. In: Salisbury, F. B. (ed). **Units, Symbols and Terminology for plant physiology.** Oxford University Press, pp. 115-119. 1996.

CAVALCANTE, Suellen Castro. **Ecosistema de Várzea: Etnobotânica e Ecofisiologia.** 2014. 96p. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais. Área de Concentração: Processos de Interação da Biosfera-Atmosfera na Amazônia – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará –UFOPA, Santarém, 2014.

CORDEIRO, Y. E. M. Potencial de uso em recuperação de áreas degradadas: um estudo de três espécies nativas da Amazônia oriental sob dois regimes hídricos. **Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias– Instituto de Ciências Agrárias-Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém,** 2012.

DAVANSO, Viviane M. et al. Photosynthesis, growth and development of *Tabebuia avellanedae* Lor. Ex Griseb.(Bignoniaceae) in flooded soil. **Brazilian archives of Biology and Technology**, v. 45, n. 3, p. 375-384, 2002.

DE CARVALHO GONÇALVES, José Francisco; DA SILVA, Carlos Eduardo Moura; GUIMARÃES, Diogo Gato. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens

de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 44, n. 1, p. 8-14, 2009.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Revista Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2012.

EGLER, Frank E. Vegetation science concepts I. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development with 2 figs. **Vegetatio**, v. 4, n. 6, p. 412-417, 1954.

FERREIRA, M. J.; GONÇALVES, J. F.; FERRAZ, J. B.. Crescimento e eficiência do uso da água de plantas jovens de castanheira-da-amazônia em área degradada e submetida à adubação. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 393-401. 2012.

FRIGERI, Renita Betero Correa et al. Relação entre raiz e parte aérea de plântulas de espécies arbóreas tropicais sob diferentes níveis de radiação solar. 2007.

GREEN, Márcia. Avaliação nutricional e fatores de sítio do solo em plantios de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lamb., Urb.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) sobre áreas degradadas na Amazônia Central, 2004.

GRIME, J. P.; HUNT, R. Relative growth-rate: its range and adaptive significance in local flora. **Ecology**, v. 63, n. 2, p. 393-422, 1975.

HABERMANN, G.; RODRIGUES, J. D. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração, 2002.

LEÃO, N. V. M.; DE FREITAS, A. D. D.; CARRERA, R. H. A. Pau-de-balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb.) Urban. **Embrapa Amazônia Oriental-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2008

LIBERATO, Maria Astrid Rocha et al. Leaf water potential, gas exchange and chlorophyll a fluorescence in acariquara seedlings (*Minuartia guianensis* Aubl.) under water stress and recovery. **Braz.** 2006.

MARENCO, Ricardo Antonio et al. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Ceres**, v. 61, n. 7, 2015.

NASCIMENTO, H. H. C. D., Nogueira, R. J. M. C., Silva, E. C. D., & Silva, M. A. D. Jatoba (*Hymenaea courbaril* L.) seedling growth analysis at different water levels in the soil. *Revista Árvore*, 35(3), 617-626, 2011.

NASCIMENTO, N. F. D. Características morfofisiológicas de plantas jovens de *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex ADR de Juss.) Muell. Arg.) submetidas a diferentes ambientes lumínicos e ao estresse hídrico 2017.

NETO, Jayme Ferrari; DA COSTA, Claudio Hideo Martins; CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral. Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p. 01-13, 2012.

NETTO, D. A. M. Germinação de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav.) Urb.)-Bombacaceae. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1994. **ilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 2, p. 315-323, 2006.

OLIVEIRA, M. A. J. D.; BOVI, M. L. A.; MACHADO, E. C.; GOMES, M. M. D. A.;

PENEIREIRO, Fabiana Mongeli; BRILHANTE, M. O. Proposta de classificação em grupos sucessionais para espécies agroflorestais. **SI: sn] sd Disponível em:< <http://www.sct.embrapa.br/cdagro/tema01/01tema58.pdf>>. Acesso em**, v. 12, 2013.

PEREIRA, Daniella Costa; RIBEIRO, FABS. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NAS MARGENS DO CÓRREGO DO ÓLEO. In: **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2012.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. *Biologia Vegetal*, 7ª edição, Rio de Janeiro, Ed. 2007.

SANTOS, Reginaldo Ferreira; CARLESSO, Reimar. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SBRISSIA, André Fischer; DA SILVA, Sila Carneiro; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo. **Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, v. 24, p. 153-176, 2007.

SOARES, Sílvia Maria Pereira. Técnicas de restauração de áreas degradadas. **Texto apresentado ao Programa de Pós Graduação em “Ecologia aplicada ao manejo e conservação dos recursos naturais” como parte das exigências para a conclusão da disciplina Estagio em docência. Disponível em: http://www.ufjf.br/ecologia/files/2009/11/estagio_Silvia_Soares1.pdf. Acesso em, v. 20, 2009.**

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

TAVARES, SR de L. et al. Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. **Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E)**, 2008.