

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO**

**DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA EM VARIEDADES DO
GÊNERO *Schizolobium* POR CARACTERES BIOMÉTRICOS
E FISIOLÓGICOS**

Temile Santana da Cruz

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2018**

**DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA EM VARIEDADES DO GÊNERO
Schizolobium POR CARACTERES BIOMÉTRICOS E FISIOLÓGICOS**

Temile Santana da Cruz
Licenciada em Ciências Biológicas
Universidade do Estado da Bahia, 2016

Dissertação apresentada ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Franco Cunha Moreira
Coorientador: Prof. Dr. Manoel Teixeira de Castro Neto

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

Cruz, Temile Santana da.
Divergência fenotípica em variedades do gênero
schizolobium por caracteres biométricos e fisiológicos
/ Temile Santana da Cruz._ Cruz das
Almas, BA, 2018.
74f.; il.

Orientador: Ricardo Franco Cunha
Moreira. Coorientador: Manoel Teixeira de
Castro Neto.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias,
Ambientais e Biológicas.

1.Plantas – Fisiologia vegetal. 2.Plantas –
I.Universidade Federal do Recôncavo da
Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas. II.Título.

CDD: 581.1

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas – UFRB.
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).
Os dados para catalogação foram enviados pela usuária via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO**

**DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA EM VARIEDADES DO GÊNERO
Schizolobium POR CARACTERES BIOMÉTRICOS E FISIOLÓGICOS**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de
Temile Santana da Cruz
Aprovada em 17 de agosto de 2018

Prof. Dr. Ricardo Franco Cunha Moreira
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Orientador

Prof. Dr. Carlos Alan Couto
IFBaiano
Examinador Externo

Prof. Dr. Ângelo Gallotti Prazeres
IFBaiano
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

“Dedico este trabalho inicialmente a Deus, por permiti-lo e me dar força para a realização desta dissertação.”

À minha mãe Maria Santana.

Ao meu noivo Bernardo Lopes Saraiva pela compreensão e força para chegar até o final.

“Todo Saber é provisório”

AGRADECIMENTOS

A YHWH por toda sua bondade para conosco, sempre nos fortalecendo e nos dando sabedoria para entender o milagre da vida.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pela oportunidade da realização deste curso. Aos professores Doutor Everton Hilo de Souza do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, e aos meus orientadores Ricardo Franco Cunha Moreira e Manoel Teixeira de Castro Neto, pela boa vontade, paciência e atenção sempre que foi solicitado e Antonio Leandro da Silva Conceição, por suas importantes contribuições para a realização deste trabalho e aos estudantes Breno e Hebert por todo apoio concedido.

MUITO OBRIGADA!

DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA EM VARIEDADES DO GÊNERO *Schizolobium* POR CARACTERES BIOMÉTRICOS E FISIOLÓGICOS

RESUMO: O gênero *Schizolobium* possui uma espécie que foi dividida em duas variedades: Paricá pertencente à floresta Amazônica e Guapuruvu pertencente à Mata Atlântica, ambas com importância ecológica e silvicultural devido à qualidade da madeira. Por serem variedades que agregam valores, informações sobre os mecanismos fisiológicos que regulam o metabolismo das plantas em determinado ambiente, torna-se importante para estabelecer o seu nível de adaptação. Desta forma, este trabalho teve como objetivos: 1) comparar as características fisiológicas e de crescimento de plantas jovens de paricá e guapuruvu e analisar as possíveis diferenças entre as duas variedades quanto à tolerância à seca quando submetidas ao déficit hídrico. 2) avaliar a divergência fenotípica, por meio de caracteres biométricos e fisiológicos em variedades do gênero *Schizolobium* pelo método UPGMA e Método de otimização de Tocher com o emprego da distância Euclidiana como medida de dissimilaridade. Os resultados evidenciaram que a análise de crescimento através dos índices fisiológicos foram eficientes para identificação de diferenças no crescimento inicial de plantas de *Schizolobium* e as características fisiológicas de trocas gasosas foram negativamente afetadas pelo estresse hídrico em ambas as variedades ao longo dos dias de estresse. Os resultados evidenciam a formação de dois grupos pelo método UPGMA e pelo método de Tocher para os caracteres biométricos, o genótipo guap-75 foi o mais divergente por apresentar maior massa seca do caule e maior massa seca da raiz dentre os demais. Houve divergência entre os métodos para os caracteres fisiológicos sendo possível a formação de 5 grupos pelo método de otimização de Tocher, onde o acesso guap-01 e par-043 formam grupos individuais com um acesso em cada grupo, e o método hierárquico UPGMA formou dois grupos, o grupo um com 3 acessos par-43, par-22 e par-54 e o grupo dois com os demais acessos. Os genótipos do paricá (Pari-022, pari-043 e pari-054) tem uma taxa de fotossíntese um pouco maior que os acessos do guapuruvu, com valores de 13,38 mmol CO m²s⁻¹, 14,26 mmol CO m²s⁻¹, e 15,37 mmol CO m²s⁻¹, respectivamente.

Palavras chave: Espécie Florestal; Déficit hídrico; trocas gasosas; crescimento.

PHENOTYPIC DIVERGENCE IN VARIETIES OF THE GENDER *Schizolobium* BY BIOMETRIC AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERS

ABSTRACT: The genus *Schizolobium* has a species that was divided into two varieties: Paricá belonging to the Amazon rainforest and Guapuruvu belonging to the Atlantic Forest, both of ecological and silvicultural importance due to the quality of the wood. Because they are values-aggregating strains, information on the physiological mechanisms that regulate the metabolism of plants in a particular environment, it becomes important to establish their level of adaptation. The objective of this study was to compare the physiological and growth characteristics of young paricá and guapuruvu plants and to analyze the possible differences between the two varieties in terms of tolerance to drought when submitted to water deficit. 2) to evaluate the phenotypic divergence by means of biometric and physiological characters in varieties of the genus *Schizolobium* by the UPGMA method and Tocher optimization method with the use of Euclidian distance as a measure of dissimilarity. The results showed that the growth analysis through the physiological indices were efficient to identify differences in the initial growth of *Schizolobium* plants and the physiological characteristics of gas exchanges were negatively affected by water stress in both varieties during the days of stress. The results evidenced the formation of two groups by the UPGMA method and by the Tocher method for the biometric characters. The guap-75 genotype was the most divergent because it had a higher dry mass of the stem and a larger dry mass of the root of the others. There was a divergence between the methods for the physiological characters being possible to form 5 groups by the Tocher optimization method, where the guap-01 and par-043 access form individual groups with one access in each group, and the UPGMA hierarchical method formed two groups, group one with 3 accesses par-43, par-22 and par-54 and group two with the other accesses. The genotypes of paricá (Pari-022, pari-043 and pari-054) have a slightly higher photosynthesis rate than the guapuruvu accessions, with values of 13.38 mmol CO m²s⁻¹, 14.26 mmol CO m²s⁻¹, and 15 , 37 mmol CO m²s⁻¹, respectively.

Key words: Forest species; Water deficit; gas exchange; growth.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
REVISÃO DE LITERATURA.....	11
CAPÍTULO I	
CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA EM VARIEDADES DO GÊNERO <i>Schizolobium</i> SOB DÉFICIT HÍDRICO.....	30
CAPITULO II	
DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA EM VARIEDADES DO GÊNERO <i>Schizolobium</i> POR CARACTERES BIOMÉTRICOS E FISIOLÓGICOS.....	58

INTRODUÇÃO

O gênero *Schizolobium*, pertencente à família Fabaceae e subfamília Caesapinioideae é encontrado desde a América Central até o Sul do Brasil, com centros de diversidade genética na Floresta Amazônica e Mata Atlântica. Apresenta distribuição geográfica bastante ampla e disjunta, possui duas variedades bastante semelhantes, possuindo praticamente as mesmas características (TURCHETTO-ZOLET *et al.*, 2012).

Em 1996, Barneby dividiu o gênero, classificando como uma única espécie com duas variedades: *S. parahyba* var. *parahyba* conhecido como Guapuruvu e *S. parahyba* var. *amazonicum* conhecido como Paricá (CARVALHO, 1994). Por possuírem rápido crescimento são amplamente utilizadas em programas de reflorestamento, além de apresentarem madeira de importância econômica (ROSA, 2006; TURCHETTO-ZOLET *et al.*, 2012).

Guapuruvu também é muito utilizado como espécie madeireira, contudo, a maioria dos trabalhos encontrados na literatura é referente ao Paricá, sendo a maior parte das pesquisas com *S. parahyba* e *S. amazonicum* sobre estudos da madeira, com poucos trabalhos que abordam variabilidade genética (OHASHI, 2010). Por agregarem valores econômicos significativos, as informações em relação à base genética são importantes para seleção de caracteres em trabalhos de melhoramento e, sobretudo, para garantir a conservação genética da espécie.

Os estudos de divergência genética são parâmetros importantes para determinar quão distante geneticamente uma população ou genótipo é de outra e a sua quantificação pode ser realizada por meio de caracteres agrônômicos, morfológicos, moleculares, entre outros. Para as variáveis quantitativas a variabilidade pode ser acessada utilizando-se medidas de dissimilaridade como: a distância Euclidiana e a distância generalizada de Mahalanobis (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

A análise quantitativa de crescimento é também uma ferramenta que tem sido usada por pesquisadores, na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações no ambiente (HUNT, 1990; PEIXOTO *et al.*, 2011). Conforme Benincasa (2003) é uma ferramenta para melhor compreensão da planta como entidade biológica e que permite avaliar o crescimento da mesma como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos para o crescimento total. utilizando-se dados de análise de crescimento, pode-se inferir sobre a atividade fisiológica, isto é, estimar as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes.

Com base em caracteres biométricos, dentre os procedimentos estatísticos mais utilizados para estimar a distância genética, estão às estimativas de distâncias entre cada par de genótipos e sua apresentação em uma matriz simétrica. Sendo a interpretação dessa matriz facilitada pela utilização de métodos de agrupamento, que tem por finalidade separar um grupo original em subgrupos, de forma a obter homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os subgrupos (BERTAN *et al.*, 2006).

Por serem variedades que sofreram um efeito vicariante causado pelo isolamento geográfico, climático e reprodutivo do Cerrado brasileiro que separa a Floresta Amazônica da Mata Atlântica (TURCHETTO-ZOLET *et al.*, 2012), é de se esperar que as adaptações acumuladas ao longo do tempo tenham causado variações que possivelmente possam interferir nas características fisiológicas, tornando ou não uma variedade mais eficiente para o cultivo em larga escala. Desta maneira, informações sobre o desempenho fisiológico são necessárias para o cultivo florestal.

Conforme Inman-Bamber (2005), as espécies, variedades ou cultivares podem apresentar graus de tolerância à deficiência hídrica, o que pode ser observado no valor do potencial de água ideal para cada uma. Em sistemas florestais, a eficiência no uso da água tem relação importante com a produção de madeira e o manejo de água (WINTER *et al.*, 2001). O déficit hídrico é um dos principais fatores que diminuem a produção na maioria das culturas (PIMENTEL, 2004).

Eventos que causam a deficiência hídrica em plantas têm aumentado nas últimas décadas. Há prognósticos de que o aquecimento global será responsável por 20% do incremento na escassez de água, não somente em zonas propensas à seca, mas também nos diversos ecossistemas tropicais e subtropicais, situação prevista para ocorrer dentro de 50 a 100 anos (TILMAN, 2001).

O conhecimento do modo como às espécies tolera os estresses abióticos é um dos pré-requisitos para escolher a melhor variedade e as melhores práticas de manejo, visando aperfeiçoar a exploração vegetal (SMIT; SINGELS, 2006). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é determinar a divergência fenotípica em *Schizolobium parahyba* var. *parahyba* e *S. parahyba* var. *amazonicum* por caracteres biométricos e fisiológicos e avaliar a tolerância das variedades ao déficit hídrico.

REVISÃO DE LITERATURA

ASPECTOS GERAIS SOBRE AS VARIEDADES

Por muito tempo houve uma confusão em relação à nomenclatura das espécies existentes dentro do gênero *Sschizolobium*, em que desde sua criação, várias espécies foram descritas e incorporadas. Baseado em diferenças morfológicas, em 1996, Barneby dividiu a espécie em duas variedades: *S. parahyba* var. *parahyba* Huber ex. Ducke conhecido como guapuruvu e *S. parahyba* var. *amazonicum* Huber ex. Ducke popularmente conhecido como paricá (CARVALHO, 1994).

As duas variedades são bastante semelhantes, possuindo praticamente as mesmas características, o que fez com que fossem consideradas por um longo tempo como uma só. As características principais que diferenciam paricá e guapuruvu são as flores, o tamanho dos frutos e sementes. Sendo que o paricá

possui flores menores, pétalas mais oblongas, rígidas e glabras, frutos e sementes bem menores, pedicelos distintamente articulados e florescimento sem folhas (DUCKE, 1949).

Turchetto-Zolet *et al.* (2012) estudou a Filogeografia e a Sistemática Molecular do gênero *Schizolobium*, em que os resultados evidenciaram que as duas variedades divergiram a aproximadamente 3,1 milhões de anos e a idade do clado *Schizolobium* foi estimado em aproximadamente 15,6 milhões de anos. Houve um efeito vicariante entre as duas variedades causadas pelo isolamento geográfico, climático e reprodutivo do Cerrado brasileiro que separa a Floresta Amazônica da Mata Atlântica. A análise molecular sugeriu a separação em um gênero com uma única espécie com duas variedades com distribuição disjunta.

O Guapuruvu é uma planta hermafrodita, polinizada principalmente por abelhas pequenas e mamangavas (KUHLMANN; KUHN, 1947). A floração e o amadurecimento dos frutos variam de acordo com os diferentes locais de distribuição, possui flores vistosas de coloração amarelo vivo e a dispersão pode ser: por anemocórica; autocórica e principalmente barocórica. Nos plantios o processo reprodutivo inicia a partir de 6 anos de idade (CARVALHO, 1976). A semente é oblonga e achatada, com tegumento extremamente duro, medindo de 2 a 3 cm de comprimento e 1,5 a 2 cm de largura (CARVALHO, 2005). É uma importante variedade brasileira, tanto pela utilização humana como pelas funções ecológicas. É encontrada desde o sul da Bahia até o Rio Grande do Sul. É registrado a ocorrência de forma natural no Brasil nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Extremo Litoral Nordeste do Rio Grande do Sul, Estado de São Paulo, Santa Catarina (AGUIAR *et al.*, 1979; MATTOS, 1983; LEWIS, 1987; MALAVASI; MALAVASI, 1996; MENDONÇA FILHO, 1996; JESUS, 1997; ALBUQUERQUE; RODRIGUES, 2000).

A variedade possui rápido crescimento e quando adulta pode alcançar a altura de 10 a 40 m. Possui tronco cilíndrico e acinzentado, com cicatrizes foliares evidentes e lenticelas. A ramificação é cimosa e o diâmetro à altura do peito de 30 a 120 cm. A copa é ampla, com folhas alternas espiraladas, compostas bipinadas de até um metro de comprimento, durante o plantio de Guapuruvu recomenda-se a utilização das fontes orgânicas na suplementação do substrato, embora a espécie não seja muito exigente em fertilidade do solo pelo fato de sua ocorrência natural acontecer em todo o Vale do Paraíba, cujo solo apresenta baixo teor de nutrientes (CASTRO, 2014).

A variedade Paricá também possui flores hermafroditas, a polinização é feita por abelhas e diversos insetos pequenos, e a dispersão autocórica, do tipo barocórica e anemocórica (CARVALHO *et al.*, 2007). As sementes apresentam forma ovalada, padronização de tamanho, e variação de massa. A germinação é epigea e as plântulas são fanerocotiledonares. A protrusão da raiz primária ocorre com 24 horas de germinação e a planta aos 40 dias apresenta caracteres morfológicos que podem ser utilizados para a identificação da espécie (BRAGA, 2013).

A emergência de Paricá ocorre de 6 a 45 dias após a semeadura, dependendo do tipo de tratamento de superação de dormência pode proporcionar

percentagens de germinação superiores a 85% (CARVALHO *et al.*, 2007). No Brasil, tem ocorrência natural no Acre (ARAÚJO; SILVA, 2000), Amazonas (DUCKE, 1949) e Mato Grosso (RONDON, 2002). Por apresentar rápido crescimento, fuste reto e madeira com elevada cotação no mercado interno e externo, é altamente cultivada pelas empresas madeireiras da região Norte e Nordeste do Brasil, principalmente nos Estados do Pará e Maranhão. Os primeiros registros com o plantio de Paricá no Estado do Pará constam da década de 1950, os quais tinham o objetivo de preservar a característica da Floresta Amazônica em espaços públicos e de fomentar estudos sobre o comportamento e características das espécies plantadas (MARQUES *et al.*, 2006).

Para a espécie *S. parahyba*, o tamanho da semente apresenta diferenças entre as variedades. O Guapuruvu que ocorre na Mata Atlântica apresenta sementes maiores com cerca de 540 sementes/kg (BIANCHETTI, 1981) enquanto o Paricá apresenta uma média de 1100 sementes/kg. O Guapuruvu possui germinação em torno de 80% com superação de dormência e as mudas permanecem no viveiro de três a quatro meses, podendo-se obter mudas viáveis para serem transplantadas no campo com dois meses após a semeadura (CARVALHO, 2005). Cruz *et al.*, (2007) encontraram taxa de germinação de 92% para sementes de paricá com fazendo uso de tratamentos de superação de dormência.

A casca da planta adulta do Guapuruvu é muito utilizada pela medicina popular devido às suas propriedades terapêuticas e adstringentes (FERREIRA *et al.*, 2007). No Equador também existem muitas plantações de *Schizolobium*, sendo que a origem dos germoplasmas cultivados é proveniente da Costa Rica (CANCHIGNIA-MARTÍNES *et al.*, 2007). Frigotto *et al.*, (2015) avaliaram o desenvolvimento de mudas de Paricá em diferentes ambientes em viveiro e concluiu que o paricá possui bom desenvolvimento no viveiro, principalmente sob sombreamento, sendo considerada uma espécie de rápido crescimento. Conforme Gondin (2015), por apresentar rápido crescimento, aos 40 dias às mudas de Paricá podem ser transplantadas para o campo. Caron *et al.*, (2010) avaliaram o crescimento de plantas de Guapuruvu em viveiro e relataram que quando expostas ao sombreamento, as mudas devem ser mantidas no máximo até o 45º dia após a submissão, uma vez que a partir desse período, as plantas iniciam processo de estiolamento e que diferentes níveis de sombreamento não afetam o acúmulo de matéria seca nos diferentes órgãos da planta.

Apesar da grande utilização desta espécie, estudos relacionados ao conhecimento da variabilidade genética são escassos, sendo a maioria dos estudos destinados à abordagem madeireira e poucos estudos de variabilidade genética, dentre os quais são abordados a variabilidade entre procedências, (CORDEIRO, 2006; FILHO, 2007; FREIRE, 2007; ROCHA, 2009; OHASHI, 2010; CHINELATO, 2014).

Conforme Ohashi (2010) esses estudos são importantes para os programas de plantio, melhoramento e conservação genética, se baseando na premissa de que populações de diferentes regiões geográficas, por estarem submetidas a diferentes condições ecológicas, também apresentam diferenças adaptativas e morfológicas. Margis *et al.*, (2011) estudaram a filogeografia de *S. parahyba* usando marcadores de DNA e encontraram elevados níveis de diversidade genética em algumas

populações em dois centros de diversidade genética, uma no sudeste da Mata Atlântica, e a outra na bacia Amazônica.

DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA

A variação que existe em uma espécie pode ser de duas origens: devido ao ambiente (variação fenotípica) e a diferenças genéticas. Existe um grande número de metodologias para a quantificação e a avaliação da diversidade em estudos populacionais, a partir de informações fenotípicas e genotípicas (BESPALHOK, 2007).

Kozak *et al.*, (2011) chamam a atenção para um fator de ocorrência comum na literatura, referindo-se a confusão existente entre divergência fenotípica e genética, pois, algumas vezes elas aparecem representadas como sendo a mesma medida de divergência, mas, segundo os autores ambas são diferentes, sendo que a divergência fenotípica deve ser analisada e discutida em um contexto particular. A divergência fenotípica é afetada pela genética, pois, a adaptação ao ambiente dependerá da constituição genética do indivíduo. As divergências genéticas e fenotípicas devem ser utilizadas juntas, pois muitas espécies podem apresentar semelhanças morfológicas por terem sofrido um processo de evolução convergente, mas, serem totalmente diferentes geneticamente.

Embora o volume de informações genéticas provenientes de marcadores moleculares tenha aumentado em grandes proporções para os estudos da diversidade genética, continua-se a dar ênfase ao estudo da diversidade por meio de características fenotípicas, principalmente de natureza quantitativa (CRUZ, 2008). Assim, diversos trabalhos têm sido realizados no sentido de caracterizar coleções de várias espécies de interesse, principalmente florestal.

Galate *et al.*, (2014) estudaram a distância fenotípica entre matrizes de açaizeiro e inferiram elevada variabilidade fenotípica a partir dos caracteres morfoagronômicos analisados. Domiciano *et al.*, (2015) encontraram alta variabilidade em genótipos de macaúba com base em caracteres morfológicos. De acordo com Ramalho *et al.*, (2001) o conhecimento da variabilidade decorrente das diferenças genéticas existentes, manifestadas pelos caracteres fenotípicos nas populações são fundamentais porque permite conhecer o controle genético do caráter e o potencial da população para seleção.

Conforme Gusmão *et al.*, (2006) as análises biométricas são uma ferramenta importante para avaliar a variabilidade genética, auxiliando na decomposição dos efeitos genéticos e ambientais, sendo útil aos programas de melhoramento e conservação genética. Em certas espécies vegetais, a distinção entre variedades pode ser baseada nos aspectos morfológicos, principalmente pelas folhas, o qual permite a sua diferenciação mesmo quando as plantas não apresentam flores ou frutos, podendo ser observada na fase de muda (GALÁN SAÚCO; MENINI, 1989).

Braga (2013) estudou a morfometria de sementes de Paricá e a partir da caracterização de sementes e mudas pode inferir que aos 40 dias a espécie apresenta tamanho ideal de muda com caracteres morfológicos que podem ser

utilizados para a identificação. Segundo Ritschel *et al.*, (2013) mesmo que existam técnicas mais avançadas como a caracterização molecular, a descrição morfológica é mais acessível, menos oneroso e antecede outras técnicas.

Além das características morfológicas, os caracteres fisiológicos são cruciais na caracterização dos genótipos. A análise fisiológica das plantas em estágio inicial auxilia na identificação de materiais promissores com elevado potencial de produção, visando obtenção de variedades superiores (MATOS *et al.*, 2012). Os parâmetros fisiológicos como: assimilação de CO₂, condutância estomática e transpiração podem ser utilizadas em estudos de diversidade, pois, em grande parte, comportam-se como marcadores do status fisiológico das plantas (FLOOD *et al.*, 2011).

O estudo da diversidade genética tem sido comum em muitos campos da biologia e sua importância tem sido enfatizada em estudos evolutivos e adaptativos, com informações indispensáveis sobre diferenciação, estrutura e interação entre populações e amostras (MATTA, 2015).

Na caracterização da diversidade genética das espécies vegetais, os pesquisadores têm o interesse em agrupar genótipos similares, de maneira que as maiores diferenças ocorram entre os grupos formados. Neste aspecto, técnicas multivariadas, podem ser aplicadas neste tipo de estudo. A adoção de uma das técnicas varia de acordo com o padrão de resultado desejado e com a informação disponível, seja ela característica morfológica, fisiológica, ecológica ou genético-molecular (CRUZ *et al.*, 2008). Em geral, os estudos sobre diversidade genética consistem em analisar um conjunto de acessos em relação a uma série de informações com natureza genética ou fenotípica. Desse modo, a descrição sistemática de uma espécie facilita ou possibilita o uso potencial do material genético.

Os métodos preditivos podem ser usados para estudar a diversidade, especialmente aqueles baseados em diferenças morfológicas, fisiológicas e moleculares, onde a diversidade é expressa por coeficientes de similaridade e dissimilaridade e medidas de distância genética. Uma vez que é obtida uma matriz de dissimilaridade, é aplicado um método de agrupamento adequado (MATTA, 2015). Na medida de dissimilaridade quanto maior o valor observado, menos parecido são os indivíduos.

Para Benin *et al.*, (2002) a formação de grupos distintos é de fundamental importância para a escolha de genitores. Os genótipos reunidos em grupos mais distantes podem ser considerados como promissores em cruzamentos artificiais. Além de serem distantes é necessário que os genitores possuam média elevada e variabilidade para os caracteres que estejam sendo melhorados, considerando além da divergência, o desempenho dos materiais (PEREIRA; CRUZ, 2003).

Basicamente, os métodos de agrupamento podem ser separados em técnicas hierárquicas e de otimização. As técnicas hierárquicas são as mais difundidas (SIEGMUND *et al.*, 2004), o método UPGMA (Método de grupo de pares não ponderado usando médias aritméticas) é considerado promissor, no qual os grupos são identificados em dendrogramas. Dos métodos de otimização, o usado é o

algoritmo de Tocher, que tem sido observado nos estudos de divergência genética e tem como objetivo apresentar a distância média dentro dos grupos sempre menor que a distância média entre os grupos (VASCONCELOS, 2007).

Diversos métodos com base em diferentes medidas de dissimilaridade podem levar a distintos padrões de agrupamento. Comparações entre algumas medidas de dissimilaridade têm sido realizadas em estudos de divergência fenotípica (MINGOTI, 2005), e alguns pesquisadores que utilizam técnicas de agrupamento recomendam aplicar mais de um método sobre o mesmo conjunto de dados e comparar os grupos formados para apresentar um melhor resultado.

Desta forma, conforme Frei (2006) não existe um procedimento padrão para resolver esta questão, mas para uma solução satisfatória utilizam-se vários procedimentos, como: dendrogramas, aplicação de vários métodos, divisão do conjunto de dados em duas amostras ou comparação de várias resoluções. Sokal e Rohlf (1962) propôs uma forma de certificar-se de que os agrupamentos realmente diferem entre si. Através do coeficiente de correlação cofenética (CCC), é possível realizar uma comparação de distâncias efetivamente observadas entre os indivíduos, e as distâncias previstas a partir do processo de agrupamento. É a medida de validação mais utilizada nos métodos de agrupamentos hierárquicos, o CCC quanto mais próximo de 1,0, maior será a consistência do agrupamento.

Os métodos de agrupamento têm sido utilizados em diferentes formas na ciência florestal obtendo-se sucesso numa ampla variedade de situações de análise de dados. Albuquerque (2006) analisou diferentes métodos de agrupamentos em 17 espécies florestais. Segundo o autor, embora as estruturas gerais dos agrupamentos sejam bastante similares, pode-se observar que há pequenas alterações nos níveis em que os indivíduos são agrupados, ou seja, os indivíduos que estão dentro de um mesmo grupo podem ser agrupados em outra ordem, quando se mudam os métodos, desta forma, o pesquisador tem que decidir qual o mais adequado ao seu propósito, uma vez que as diferentes técnicas podem levar a diferentes resultados (SOUZA *et al.*, 1997).

Outra medida de relação entre dois indivíduos é o coeficiente de correlação que é caracterizado por ser de fácil interpretação geométrica (REIS, 1997). Esse coeficiente expressa a similaridade dos dois indivíduos relativos à relação linear. Quanto maior o coeficiente de correlação, maior a proximidade entre indivíduos, e mais linearmente estarão relacionados entre si. (ROSA NETO, 2006).

PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS

A análise de crescimento se apresenta como uma técnica válida para estudar as bases fisiológicas da produção e, por em evidência, a influência exercida pelas variáveis ambientais, genéticas e agrônômicas. Esta técnica descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas e propõe-se a acompanhar a dinâmica da produção fotossintética avaliada através da acumulação de fitomassa seca (SILVA, 2000).

Esta análise constitui uma parte da fisiologia vegetal em que se faz uso de fórmulas e modelos matemáticos para avaliar índices de crescimento das plantas, sendo muito deles relacionados com a atividade fotossintética (BENINCASA, 2003).

Do ponto de vista agrônomo, a análise de crescimento atende àqueles pesquisadores que estão interessados em conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie, de forma a poder selecioná-los para melhor atender aos seus objetivos (HUNT, 1990; PEIXOTO *et al.*, 2011). Devido ao fato deste procedimento ser destrutivo, as plantas tomadas como amostra a cada tempo, devem representar a população em estudo (BENINCASA, 2003).

O crescimento reflete um aumento em tamanho e massa, sendo, por isto, um processo quantitativo (HUNT, 1990; PEIXOTO *et al.*, 2011), o crescimento e a fotossíntese estão conectados entre si através de mecanismos que ainda não são totalmente compreendidos (SCHURR, 2006). O crescimento depende enormemente da água que a planta contém e que pode obter. Quando a planta murcha pode ocorrer paralisação do crescimento, uma ligeira queda da turgescência celular é suficiente para causar uma diminuição notável do crescimento celular e quando a membrana celular deixa de estar sob pressão de turgescência o crescimento cessa (PIMENTEL, 2004).

O ótimo crescimento só pode ser alcançado se os diversos processos envolvidos no metabolismo e no desenvolvimento estiverem em equilíbrio uns com os outros (LARCHER, 2000). O conjunto de estudos que abrangem variáveis de crescimento e parâmetros fotossintéticos ajuda a esclarecer as relações entre os indivíduos de uma comunidade vegetal, sendo chamados para projetos de conservação, proteção e recuperação de áreas (TORRES, 2008).

Na determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se ou nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos das mudas, fisiológicos (GOMES, 2002). Os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas para avaliação da qualidade das mudas não devem ser utilizados isoladamente para sua classificação, a fim de que não corra o risco de selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando os menores, mas com maior vigor (FONSECA, 2002).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é muito utilizado em vários estudos que tratam de parâmetros morfológicos relacionados à qualidade de mudas (ROSA *et al.*, 2009; CAIONE *et al.*, 2012; GARCIA, 2015) e é determinado em função da altura da parte aérea (ALT), do diâmetro do colo (DIAM), fitomassa seca da parte aérea (MSPA) que é dada pela soma da fitomassa seca do coleto (MSC) e a fitomassa seca de folhas (MSF) e da fitomassa seca das raízes (MSR), por meio da fórmula: $IQD = MST / (AP/DC + MSA/MSR)$ (DICKSON *et al.*, 1960). Segundo Azevedo *et al.* (2010), este índice é utilizado por considerar o vigor e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade (FONSECA, 2002).

A informação disponível sobre aspectos silviculturais é limitada para muitas espécies florestais de interesse comercial, especialmente para nativas, a começar pela produção de mudas de qualidade para o estabelecimento de plantios comerciais. Dentre elas, destaca-se o paricá, (ROSSA *et al.*, 2013).

Rosa *et al.* (2009) avaliando o índice de Dickson para a determinação do padrão de qualidade de mudas de paricá concluiu que o diâmetro do coleto e a

matéria seca total são parâmetros morfológicos que podem ser utilizados para avaliar a qualidade das mudas de paricá produzidas em viveiro, conforme a autora, para que um programa de reflorestamento seja exitoso, do ponto de vista econômico e ambiental, é preciso produzir mudas de boa qualidade que apresentem crescimento uniforme e menor porcentagem de mortalidade no campo e, por conseguinte, menor necessidade de replantio.

FOTOSSÍNTESE

Segundo Marenco *et al.* (2014) a fotossíntese é o mecanismo pelo qual as plantas produzem fotoassimilados utilizando a luz como fonte de energia. O aumento da fotossíntese eleva a disponibilidade de carbono para as plantas e isso se traduz em um maior crescimento (KIRSCHBAUM, 2011). A eficiência fotossintética é a primeira característica determinante na capacidade produtiva da planta, por isso, as diferenças genéticas em relação à capacidade fotossintética, são bastante consideráveis (PAIVA; OLIVEIRA, 2006).

A energia fixada via fotossíntese é armazenada em compostos orgânicos os quais são utilizados no metabolismo celular da planta e constitui a base da cadeia alimentar do planeta. Folhas em fase inicial de crescimento ou na senescência têm taxas menores de fotossíntese do que folhas maduras completamente expandidas (MARENCO *et al.*, 2014).

A fotossíntese líquida (FL) é definida como a diferença entre a fotossíntese bruta (FB - tudo que é literalmente produzido pela fotossíntese no interior dos cloroplastos) e o que é consumido pela respiração (R). Em algumas plantas, outro processo compete com a fotossíntese bruta: a fotorrespiração (FR). Portanto, $FL = FB - (R + FR)$. Fatores internos e externos têm influência na capacidade fotossintética da planta. Os fatores externos incluem disponibilidade de água, nutrientes, temperatura, irradiância e concentração de CO₂, já os fatores internos incluem fatores genéticos propriamente ditos (MARENCO *et al.*, 2014), desta forma, a variação genética natural na fotossíntese de plantas é um recurso valioso para seleção de genótipos (FLOOD *et al.*, 2011).

A luz é a força motriz da fotossíntese e a relação entre luz e fotossíntese é complexa (ASADA, 2006). Os ambientes com irradiância solar plena ou sombreamento intenso podem inibir os processos fotossintéticos, seja por falta da entrada de energia ou excesso da mesma (ZHANG *et al.*, 2003).

Em plantas do tipo C3, como as árvores da Amazônia, a resposta ao aumento da irradiância varia em função da concentração de CO₂ (MARENCO *et al.*, 2014). As espécies arbóreas apresentam valores distintos para taxas fotossintéticas. Segundo Larcher (2000), as espécies tropicais possuem valores médios que variam de 12 a 20 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, as pioneiras de 10 a 16 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, tropicais climáticas de 8 a 10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, para temperadas caducifólias e de 8 a 15 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

A disponibilidade de irradiância solar é o fator básico para o fluxo de energia em sistemas biológicos, sendo determinante para os processos fisiológicos das

plantas (SARAIVA *et al.*, 2014). Normalmente, temperaturas foliares altas são correlacionadas com elevados níveis de irradiância solar. A anatomia foliar é altamente especializada para a absorção de irradiância solar, e as propriedades do mesofilo, sobretudo do parênquima paliçádico, garantem a absorção uniforme de irradiância solar em nível foliar (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As temperaturas foliares podem subir de 4 a 5°C acima da temperatura do ar do ambiente sob a irradiância solar em torno do meio-dia, quando o déficit de água no solo provoca fechamento parcial dos estômatos ou quando a umidade relativa alta reduz o gradiente que governa o esfriamento evaporativo (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A fotossíntese aumenta com a irradiância até atingir o ponto de saturação (MARENCO *et al.*, 2014) e aumenta com a elevação da concentração de CO₂ (DRAKE *et al.*, 1997). Em se tratando de espécies florestais, Cruz e Carvalho (2003) salientam que muito pouco se conhece sobre os caracteres morfológicos, fisiológicos e genéticos da maioria das espécies e a obtenção de variedades melhoradas é dependente da identificação de estratégias morfológicas e fisiológicas envolvidas com a produção (MATOS *et al.*, 2012).

Nos estudos de Guimarães (2015) os dados de massa seca total e índice de plasticidade fenotípica de *S. Amazonicum* mostraram que a espécie possui melhor desenvolvimento em ambiente de demanda atmosférica alta (temperatura média de 25,2°C e déficit de pressão de vapor d'água (DPV) médio de 1,1 Kpa) em condição de sombreamento moderado. Essa resposta reflete aproximadamente as condições preponderantes do centro de origem da espécie, que abrange as regiões de floresta tropical pluvial Amazônica. O paricá predomina em áreas com temperatura média do ar entre 25,0 e 26,5° C e altitude até 300 m (MARTORANO *et al.*, 2011), Segundo Rosa (2006), pela sua ocorrência natural, pode-se inferir que o paricá prefere locais com condições climáticas, segundo a classificação Koeppen, Aw (clima tropical com temperatura média mensal superior a 18°C, com período chuvoso e seco bem definido, apresentando um total pluviométrico menor que 60 mm nos meses mais secos).

DÉFICIT HÍDRICO

A água é uma das substâncias mais importantes na face da Terra (PIMENTEL, 2004), atua como principal constituinte do tecido vegetal, representando 50% da massa fresca nas plantas lenhosas, sendo necessária como: reagente no metabolismo vegetal; transporte e translocação de solutos; na turgescência celular; na abertura e fechamento dos estômatos e na penetração do sistema radicular (TAIZ; ZEIGER, 2013), sendo essencial para a existência da vida e a sua disponibilidade limita o crescimento vegetal. Também é um importante reagente ou substrato para reações celulares imprescindíveis para todo tipo de vida conhecida, como, por exemplo, a fotólise da água, que é o processo inicial da fotossíntese, e que sustenta toda a biosfera (KRAMER; BOYER, 1995; PIMENTEL, 2004).

O déficit hídrico é caracterizado pela redução na disponibilidade de água para a planta, seja diretamente pela baixa pluviosidade ou por fatores indiretos, que dificultam sua absorção pelas raízes, tornando-a indisponível (TAIZ; ZEIGER, 2013) e diminuindo a taxa fotossintética através da redução da condutância estomática (LAWLOR, 2009).

As plantas evitam as consequências da seca quando fecham os estômatos e aprofundam o seu sistema radicular para explorar um volume maior de solo, diminuindo o tamanho das células e aumentando o espessamento das paredes celulares e a serosidade da cutícula. Contudo, se estão em condições de déficit hídrico e conseguem manter o equilíbrio de suas funções fisiológicas, diz-se que essas “toleram” a seca (SANTOS; CARLESSO, 1999).

A deficiência hídrica provoca modificações na composição das células das plantas superiores, levando, em muitos casos, à produção de substâncias osmoticamente ativas (AYELE *et al.*, 2001). Carvalho (2005), comparando respostas de plantas de paricá e guapuruvu com deficiência hídrica, observou que o estresse induziu o surgimento do mecanismo de osmorregulação na variedade paricá. Os resultados de curvas pressão-volume indicaram que as variedades responderam de maneira diferente ao estresse hídrico e o paricá apresentou maior capacidade de adaptação osmótica do que o guapuruvu.

A avaliação de características biométricas e fisiológicas é uma importante ferramenta para investigar o desenvolvimento de plantas durante períodos de estresse hídrico e as trocas gasosas têm sido comumente utilizadas para avaliar as respostas fisiológicas das plantas sob tais condições (SOUZA *et al.*, 2005). Dentre as principais modificações observadas, estão às alterações morfológicas, como a redução da área foliar e crescimento do sistema radicular (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Conforme Duarte *et al.* (2014) o número de folhas, altura e diâmetro são variáveis de crescimento sensíveis ao estresse hídrico, porém os estudos mostraram que estas não interferem em outras características importantes para o paricá, visto que a espécie desenvolve mais seu sistema vascular para promover maior absorção de água. O fechamento dos estômatos, durante a aclimação da planta à seca é uma característica importante (TAIZ; ZEIGER, 2013), pois, está comprovado que para uma mesma folha, nem todos os aparatos estomáticos, estão ao mesmo tempo com uma mesma abertura, e se a planta estiver em uma situação de estresse ocorre uma heterogeneidade na abertura estomática (LARCHER, 2000).

O fechamento parcial dos estômatos é uma estratégia conhecida de tolerância das plantas à deficiência hídrica, porque diminui a taxa de transpiração, mantém o conteúdo hídrico foliar, reduz o risco de desidratação e eventual morte por dessecação (PEAK *et al.*, 2004).

As medidas de trocas gasosas podem ser utilizadas como ferramentas para diagnosticar a integridade do aparato fotossintético frente às adversidades ambientais, tendo em vista que se trata de técnicas rápidas, precisas e não destrutivas (TORRES NETTO *et al.*, 2005).

Em condições de estresse hídrico as variáveis de trocas gasosas podem apresentar alterações de forma distinta, de acordo com a espécie, tanto por limitações difusivas, restringindo a disponibilidade de dióxido de carbono para assimilação, quanto por limitações metabólicas, pelo aumento do efeito fotoinibitório (GLAZ *et al.*, 2004). Em mudas de clones de eucalipto o status hídrico das plantas, foi bastante afetado pela restrição hídrica, que também promoveu reduções significativas na condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese (A) e concentração interna de CO₂ (Ci) (TATAGIBA, 2008; FERNANDES *et al.*, 2015).

As modificações fisiológicas e morfológicas causadas nas plantas pela deficiência hídrica podem ser irreversíveis dependendo do genótipo, da duração e da severidade do estresse (PELEGRINI *et al.*, 2013). Com a crescente demanda comercial no setor florestal do país e à baixa no índice de florestas plantadas em espécies nativas no Brasil, tem-se a necessidade de se identificar novos genotípicos de rápido crescimento volumétrico e tolerantes aos diversos fatores ambientais (ROCHA *et al.*, 2017).

As pesquisas com déficit hídrico em paricá são escassas, sendo necessária a busca de informações consistentes a respeito do desenvolvimento da espécie em condição de restrição hídrica para fomentar cultivos em regiões de baixa pluviosidade (DUARTE *et al.*, 2014).

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. W; JACQUES, S. M. C; MARTAU, L; BUENO, O. L; IRGANG, B. E. Levantamento preliminar da vegetação da Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. I. Ilha do Pavão, dos Marinheiros, das Flores e do Lage. **Iheringia**: Série Botânica, Porto Alegre, n. 24, p. 3-14, 1979.
- ALBUQUERQUE, G. B; RODRIGUES, R. R. A vegetação do Morro de Araçoiaba, Floresta Nacional de Ipanema, Iperó (SP). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 58, p. 145-159, 2000.
- ALBUQUERQUE, M. A; FERREIRA, R. L. C; SILVA, J. A. A; SANTOS, E. S; STOSIC, B; SOUZA, A. L. Estabilidade em análise de agrupamento: estudo de caso em ciência florestal. **Revista Árvore**, v.30, p.257-265, 2006.
- ARAÚJO, H. J. B; SILVA, I. G. **Lista de espécies florestais do Acre: ocorrência com base em inventários florestais**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 77 p. (Embrapa Acre. Documentos, 48).
- ASADA, K. Produção e eliminação de espécies reativas de oxigênio nos cloroplastos e suas funções. **Plant Physiol**, v.141, p.391 – 396, 2006.
- AYELE, M; BLUM, A; NGUYEN, H. T. Diversity for osmotic adjustment and root depth in teff [*Eragrostis tef* (Zucc) Trotter]. **Euphytica**, v.121, n.3, p.237-249, 2001.

AZEVEDO, I. M. G; ALENCAR, R. M; BARBOSA, A. P; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl) em viveiro. **Acta Amazonica**, v. 40, n, 1, p. 157-164, 2010.

BENIN, G; CARVALHO, F. I. F; ASSMANN, I. C; CIGOLINI, J; CRUZ, P. J; MARCHIORO, V. S; LORENCETTI, C; SILVA, J. A. G. Identificação de dissimilaridade genética entre genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo preto. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 3, p. 179-184, 2002.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2003.

BERTAN, I; CARVALHO, F. I. F; OLIVEIRA, A. C; VIEIRA, E. A; HARTWIG, I; SILVA, J. A. G; SHIMIDT, D. A. M.; VALÉRIO, I. P; BUSATO, C. C; RBEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**. v.3, p.279-286, 2006.

BESPALHOK, F. J. C; GUERRA, E. P; OLIVEIRA, R. **Introdução ao Melhoramento de Plantas**. In: BESPALHOK F., J. C.; GUERRA, E. P; OLIVEIRA, R. Melhoramento de Plantas. Disponível em www.bespa.agrarias.ufpr.br, p.1-9. 2007.

BIANCHETTI, A; RAMOS, A. Quebra de dormência de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, n. 3, p. 69-76, 1981.

BRAGA, L. F; OLIVEIRA, A. C. C; SOUSA, M. P. Morfometria de sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Schizolobium amazonicum* Huber (Ducke) – Fabaceae. **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.1, p.01–10, 2013.

CAIONE, G; LANGE, A; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, p. 213-221. 2012.

CANCHIGNIA-MARTINEZ, H. F; HERNANDEZ-DELGADO, S; GONZALEZ-PAZ, M; MOTTE, E; MAYEK-PEREZ, N. Genetic relationships among *Schizolobium parahybum* (Vell.) blake (Leguminosae) ecotypes from Ecuador and other countries. **Silvae Genetica**, v.56, p.214-221, 2007.

CARON, B. O; SOUZA, V. Q; CANTARELLI, E. B; MANFRON, P. A; BEHLING, A; ELOY, E. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) s. f. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 683-689, 2010.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa-CNPQ, 1994. 640 p.

CARVALHO, P.E.R. **Guapuruvu**. Colombo: EMBRAPA, 2005. 10p. (Circular Técnica, 104).

CARVALHO, P.E.R. **Paricá**. Colombo: EMBRAPA, 2007. 18p. (Circular Técnica, 142).

CARVALHO, R. F. Alguns dados fenológicos de 100 espécies florestais, ornamentais e frutíferas, nativas ou introduzidas na EFLEX de Saltinho, PE. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 25, p. 42-44, 1976.

CASTRO, L. H. S; FREITAS, C. H; SANTOS, D. R; SILVA, J. F. COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE GUAPURUVÚ (*SCHIZOLOBIUM PARAHYBA* VELL. BLAKE). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.4, n.1, p.70-75, Julho, 2014.

CHINELATO, F. C. S; MORAES, C. B; CARIGNATO, A; TAMBARUSSI, E. V; ZIMBACK, L; PALOMINO, E. C; MORI, E. S. Variabilidade genética em progênies de guapuruvu *Schizolobium parahyba*. **Scientia Agropecuaria**, v.5, p. 71-76, 2014.

CRUZ, C. D; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: **editora UFV**, 2006. v. 2, 585 p.

CRUZ, E. D; CARVALHO, J. E. U; QUEIROZ, R. J. B. Scarification with sulphuric acid of *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke seeds – Fabaceae. **Scientia Agricola**, v.64, n.3, p.308-313, 2007.

CRUZ, C. D; FERREIRA, F. M; PESSONI, L. A. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. 1ª Ed. Viçosa: editora UFV. 2008.

CRUZ, E. D; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis cf. venulosa* MART.& EICHLER- Sapotaceae). **Acta Amazônica**, v. 33, n. 3, p. 389-398, 2003.

CORDEIRO, I. M. C. C; GAZEL FILHO, A. B.; ALVARADO, J. R; SANTOS FILHO, B. G. Características fisiológicas de quatro procedências de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) no estágio de muda. , 8, 2006, Cuiabá. FOREST 2006. Rio de Janeiro: **Instituto Ambiental Biosfera**, 2006, 2015. Disponível em: Acesso em: 21 dez 2017.

DICKSON, A; LEAF, A. L; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10- 13, 1960.

DOMICIANO, G. P; ALVES, A. A; LAVIOLA, B. G; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S. Parâmetros genéticos e diversidade em progênies de Macaúba com base em características morfológicas e fisiológicas. **Ciência Rural**, v.45, n.9, 2015.

DRAKE, B. G; GONZALEZ-MELER, M. A; LONG, S. P. More efficient plants: a consequence of rising atmospheric CO₂. **Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol**, v.48, p.609–639, 1997.

DUARTE, D. M. Crescimento de mudas de paricá submetidas à desfolha e ao déficit hídrico. 2014. 50 f. il. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Estadual de Goiás – Unidade Universitária de Ipameri, 2014.

DUCKE, A. As leguminosas da Amazônia brasileira: notas sobre a flora neotrópica - II. Belém: **Instituto Agrônomo** do Norte, 1949. 248 p. (Boletim Técnico, 18).

FERNANDES, E. T; CAIRO P. A. R; NOVAES, A. B. Respostas fisiológicas de clones de eucalipto cultivados em casa de vegetação sob deficiência hídrica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.1, p.29-34, 2015.

FERREIRA, R. A; OLIVEIRA, L. D; TONETTI, O. A. O; DAVIDE, A. C. Comparação da viabilidade de sementes de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake – Leguminosae Caesalpinioideae, pelos testes de germinação e tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.3, p.83-89, 2007.

FILHO, A. B. G; CORDEIRO, I. M. C. C; ALVARADO, J. R; FILHO, B. G. S. Produção de Biomassa em Quatro Procedências de Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby no Estádio de Muda. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1047-1049, 2007.

FLOOD, P. J; HARBINSON, J; AARTS, M. G. M. Variação genética natural na fotossíntese de plantas . **Trends Plant Sci**, v.16, p.327–335, 2011.

FONSECA, É. D. P; VALÉRI, S. V; MIGLIORANZA, É; FONSECA, N. A. N; COUTO, L. Target seedlings of *Trema micrantha* (L.) Blume grown under different periods of shading. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FREI, F. **Introdução à análise de agrupamento: teoria e prática**. São Paulo: Editora Unesp, 2006.

FREIRE, J. M; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M; LIMA, E. R; SODRÉ, S. R. C; CORRÊA, R. X. Estrutura genética de populações de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu) por meio de marcadores RAPD. **Scientia Forestalis**, n. 74, p. 27-35, 2007.

FRIGOTTO, T; BRUN, E. J; MEZZALIRA, C. C; NAVROSKI, M. C; BIZ, S; RIBEIRO, R. R. Desenvolvimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke em diferentes ambientes em viveiro. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal-ENFLO**, v. 3, n. 1, p. 9-17, 2015.

GALÁN SAÚCO, V; MENINI, U. G. **Litchi cultivation**. Roma: FAO Plant Production and Protection, 1989.

GALATE, R. S; MOTA, M. G. C; GAIA, J. M. D; COSTA, M. S. S. Distância fenotípica entre matrizes de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) procedentes do nordeste do Pará. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1667-1682, 2014.

GARCIA, É. A; DE SOUZA, J. P. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MUDAS DE GUAPURUVU EM FUNÇÃO DE DIFERENTES APLICAÇÕES DE ADUBO FOSFATADO. **Tekhne e Logos**, v. 6, n. 1, p. 51-59, 2015.

GLAZ, B; MORRIS, D. R; DAROUB, S. H. Sugarcane photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance due to flooding and water table. **Crop Science**, v.44, p.1633-1641, 2004.

GONDIN, J. C; SILVA, J. B; ALVES, C. Z; DUTRA, A. S; JUNIOR, L. E. Emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (CAESALPINACEAE) em diferentes substratos e sombreamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 329-338, 2015.

GOMES, J. M; COUTO, L; LEITE GARCIA, H; XAVIER, A; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. p.655-664, 2002.

GUIMARAES, S. O. CRESCIMENTO DE *Schizolobium amazonicum* (HUBER ex DUCKE) EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO E DE DEMANDA ATMOSFÉRICA. 2015. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Espírito Santo.

GUSMÃO, E; VIEIRA, F. A; FONSECA-JUNIOR, E. M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2006.

HUNT, R. **Basic growth analysis. Plant growth analysis for beginners**. Acad. Div. Unwin Hyman Ltd, London. 1990.

INMAN-BAMBER, N. G; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water defi cits. **Field Crops Research**, v.92, p.185-202, 2005.

JESUS, R. M. de Restauração florestal na Mata Atlântica. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**, 3., 1997, Ouro Preto. Do substrato ao solo: trabalhos voluntários. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 544-557.

KIRSCHBAUM, M.U.F. Does enhanced photosynthesis enhance growth? Lessons learned from CO₂ enrichment studies. **Plant Physiol.**, v.155, p.117–124, 2011.
KRAMER, P. J; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. Academic press, 1995.

KOZAK, M; BOCIANOWSKI, J; LIERSCH, A; TARTANUS, M; BARTKOWIAK-BRODA, I; PIOTTO, F.A; AZEVEDO, R. A. Genetic divergence is not the same as phenotypic divergence. **Mol Breed**, v.28, p.277-280, 2011.

KUHLMANN, M; KUHN, E. A flora do Distrito de Ibiti. **Publicações do Instituto de Botânica, Secretaria da Agricultura, São Paulo**, 1947.

- LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. Tradução: Prado, CHBA e Franco, AC São Carlos. **RiMa**, p. 531, 2000.
- LAWLOR, D.W; TEZARA, W. Causes of decreased photosynthetic rate and metabolic capacity in water-deficient leaf cells: a critical evaluation of mechanisms and integration of processes. **Ann Bot.**, v.103, p. 561-579, 2009.
- LEWIS, G. P. **Legumes of Bahia**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1987. 343 p.
- MALAVASI, U. C; MALAVASI, M. M. Aclimação fotossintética e crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* e de *Hymenaea courbaril* submetidas a variação do regime luminoso. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 142-151, 1996.
- MARENCO, R.A; VERA, S. A. A; GOUVÊA, P. R. S; CAMARGO, M. A. B; OLIVEIRA, M. F; SANTOS, J. K. S. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 786-799, 2014.
- MARGIS, R; TURCHETTO-ZOLET, A; CRUZ, F; SALGUEIRO, F; VENDRAMIN, G; SIMON, M; CAVERS, S; MARGIS-PINHEIRO, M. Phylogeography of the disjunct *Schizolobium parahyba* (Fabaceae-Caesalpinioideae). **BMC Proceedings**, v.5, Suppl., 7 p.12, 2011.
- MARQUES, L. C. T; YARED, J. A. G; SIVIERO, M. A. **A evolução do conhecimento sobre o paricá para reflorestamento no Estado do Pará**. Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 5 p. (Comunicado Técnico, 158).
- MARTORANO, L.G; MONTEIRO, D. C. A; BRIENZA JUNIOR, S; LISBOA, L.S; ESPÍRITO SANTO, J. M; ALMEIDA, R. F. **Top-bioclimate conditions associated to natural occurrence of two Amazonian native tree species for sustainable reforestation in the State of Para, Brazil**. In: VILLACAMPA, Y; BREBBIA, C. A. Ecosystems and sustainable development, Ashurst Lodge: Wittpress, 2011. p. 111-122.
- MATTA, L. B; TOMÉ, L. G. O; SALGADO, C. C; CRUZ, C. D; SILVA, L. F. Hierarchical genetic clusters for phenotypic analysis. **Acta Sci., Agron.**, v.37, n.4, 2015.
- MATTOS, N. F. **Leguminosae - Caesalpinioideae do Rio Grande do Sul**. Roessléria, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 3-74, 1983.
- MATOS, F. S; FREITAS, R. G; LISBOA, W. S; SILVA, D. F; EVARISTO, A. B; DIAS, L. A. S. Análise de crescimento e trocas gasosas de acessos de *Jatropha curcas* L. **Revista Agrarian.**, Dourados, v.5, n.18, p.330-336, 2012.
- MENDONÇA FILHO, C. V. **Braúna, angico, jacarandá e outras leguminosas de Mata Atlântica: Estação Biológica de Caratinga, Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Botânica Margaret Mee, 1996.100 p.

- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2005, 297p.
- OHASHI, S. T; YARED J. A. G; NETO, J. T. F. Variabilidade genética e fenotípica entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba* varo *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares - Pará. **Acta Amazônica**. v. 40, n.1, p. 81-88, 2010.
- PAIVA, R; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e Produção Vegetal**. Lavras: Editora UFLA, 2006.
- PEAK, D; WEST, J. D; MESSINGER, S. M; MOTT, K. A. Evidence for complex, collective dynamics and emergent, distributed computation in plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 101, n. 4, p. 918-922, 2004.
- PEIXOTO, C. P; CRUZ, T. V; PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e Prática. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p. 51-76, 2011.
- PELEGRINI, L. L; BORCIONI, E; NOGUEIRA, A. C; KOEHLER, H. S; QUOIRIN, M. G. G. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 511-519, 2013.
- PEREIRA, F. H. F.; CRUZ, C. D. Comparação de métodos de agrupamento para estudo da diversidade genética de cultivares de arroz. **Revista Cerne**, Lavras, v. 50, n. 287, p. 41-69, 2003.
- PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. 191p.
- RAMALHO, M. A. P; SANTOS, J. B; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2001. 472p.
- REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. Lisboa: Silabo, 1997.
- RITSCHER, P. S; LOPES, C. A; HUAMÁN, Z; FERREIRA, M. E; FRANÇA, F. H; MENÊZES, J. E; TEIXEIRA, D. M. C; TORRES, A. C; CHARCHAR, J. M.; THOMAZELLI, L. **Organização do Banco Ativo de Germoplasma de batata-doce: situação atual e perspectivas**, 2013. Disponível em < <http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livroorg/batata doce.pdf> >. Acesso em: 22 dezembro 2017.
- ROCHA, G. T; LIMA, F. B; RODRIGUES, F. Estresse Hídrico no Desenvolvimento de Mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke). **In: Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)** (ISSN 2447-8687). 2017.
- ROCHA, R. B; VIEIRA, A. H; GAMA, M. M. B; ROSSI, L. M. B. Avaliação genética de procedências de bandarria (*Schizolobium amazonicum*) utilizando REML/BLUP (

Máxima verosimilhança restrita/Melhor predição linear não viciada. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.37, n.84, 2009.

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n.5, p. 573-576, 2002.

ROSA, L.S; VIEIRA, T. A; SANTOS, D. S; SILVA, L. C. B. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidade de semeadura. **Revista de Ciências Agrária**, Belém, n. 52, p. 87-98, 2009.

ROSA, L. S. Ecologia e silvicultura do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na Amazônia Brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 45, p. 107-146, 2006.

ROSA NETO, E. A. R. **Algoritmos aglomerativos para análise de agrupamentos: exemplos e aplicações**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática, Habilitação Bacharelado). – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. 2006.

ROSSA, U. B; ANGELO, A. C; NOGUEIRA, A. C; BOGNOLA, I. A; POMIANOSKI, D. J. W; SOARES, P. R. C; BARROS, L. T. S. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 75, p. 227-234, 2013.

SANTOS, R. F; CARLESSO, R. Enrolamento e expansão das folhas de milho submetidas a déficit hídrico em diferentes solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n.1, p 1-6, 1999.

SARAIVA, G. F. R; SOUZA, G. M. S; RODRIGUES, J. D. R. Aclimação e fisiologia de mudas de Guanandi cultivadas em telas de sombreamento foto-protetoras. **Colloquium Agrariae**, v. 10, n.2, p.1-10, 2014.

SCHURR, U; WALTER, A; RASCHER, U. Functional dynamics of plant growth and photosynthesis—from steady-state to dynamics—from homogeneity to heterogeneity. **Plant, Cell & Environment**, v. 29, n. 3, p. 340-352, 2006.

SIEGMUND, K. D; LAIRD, P. W; LAIRD-OFFRINGA, I. A. A comparison of cluster analysis methods using DNA methylation data. **Bioinformatics**, v. 20, n.12, p.1896-1904, 2004.

SILVA, L. C; BELTRÃO, N. E. M; AMORIM NETO, M. S. **Análise do crescimento de comunidades vegetais**. Campina Grande: EMBRAPA, 2000. 18p. Circular Técnica, 34.

SMIT, M. A; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, Cambridge, v. 98, p. 91-97, 2006.

- SOKAL, R. R; ROHLF, F. J. The comparison of dendograms by objective methods. **Taxonomy**, Washington, v. 11, p. 33-40, 1962.
- SOUZA, A. L; FERREIRA, R. L. C; XAVIER, A. **Análise de agrupamento aplicada à ciência florestal**, Viçosa, MG: SIF, 1997. 109p. (Documento SIF, 16).
- SOUZA, C. R; MAROCO, J. P; SANTOS, T. P; RODRIGUES, M. L; LOPES, C; PEREIRA, J. S; CHAVES, M. Control of stomatal aperture and carbon uptake by déficit irrigation in two grapevine cultivars, **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 106, p.261-274, 2005.
- TAIZ, L; ZEIGER, E. 2013. **Fisiologia Vegetal**. 5^oed. Porto Alegre: Artmed. 918 p.
- TATAGIBA, S. D; PEZZOPANE, J. E. M; REIS, E. F. Relações hídricas e trocas gasosas na seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com diferenciada disponibilidade de água no solo. **Floresta**, v.38, n.2, p.387-400, 2008.
- TILMAN, D; FARGIONE, J; WOLFF, B; D'ANTONIO, C; DOBSON, A; HOWARTH, R; SCHINDLER, D; SCHLESINGER, W. H; SIMBERLOFF, D; SWACKHAMER, D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science's Compass Review**, v.292, p.281-284, 2001.
- TORRES NETTO, A; CAMPOSTRINI, E; OLIVEIRA, J. G; BRESSAN- SMITH, R. E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v.104, p.199-209, 2005.
- TORRES, J. A. P; SCHIAVINATO, M. A. Crescimento, eficiência fotossintética e eficiência do uso da água em quatro espécies de leguminosas arbóreas tropicais. **Hoehnea**, v.35, n.3, p.395-404,2008.
- TURCHETTO-ZOLET, A. C; CRUZ, F; VENDRAMIN, G. G; SIMON, M. F; SALGUEIRO, F; MARGIS, R; MARGIS-PINHEIRO, M. Large-scale phylogeography of the disjunct Neotropical tree species *Schizolobium parahyba* (Fabacea Caesalpinioideae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.65, p.174–182, 2012.
- VASCONCELOS, E. S; CRUZ, C. D; BHERING, L. L; RESENDE JÚNIOR, M. F. R. Método alternativo para análise de agrupamento. **Pesq. agropec. bras.**, v.42, n.10, p.1421-1428, 2007.
- WINTER, K; ARANDA, J; GARCIA, M; VIRGO, A; PATON, S.R. Effect of elevated CO₂ and soil fertilization on whole-plant growth and water use in seedlings of a tropical pioneer tree, *Ficus insipida* Willd. **Flora**, v.196, p.458–464, 2001.
- ZHANG, S; MA. K; CHEN, L. Response of photosynthetic plasticity of *Paeonia suffruticosa* to changed light environments. **Environmental and Experimental Botany**, v. 49, p. 121-133, 2003.

CAPITULO I

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA EM VARIEDADES DO GÊNERO *Schizolobium* SOB DÉFICIT HÍDRICO

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA EM VARIEDADES DO GÊNERO *Schizolobium* SOB DÉFICIT HÍDRICO

Autora: Temile Santana da Cruz

Orientador: Ricardo Franco Cunha Moreira

Co-orientador: Manoel Teixeira de Castro Neto

RESUMO: O Objetivo deste trabalho foi analisar as possíveis diferenças fisiológicas e biométricas entre as duas variedades quanto à tolerância à seca quando submetidas ao déficit hídrico. O trabalho foi desenvolvido em viveiro, no campo experimental da Universidade do Estado da Bahia. O delineamento utilizado foi DIC com 02 tratamentos e 200 repetições. A cada 15 dias foram realizadas avaliações de análise de crescimento até os 90 dias. Foram selecionadas 05 plantas de cada variedade e determinadas: altura do caule (ALT), diâmetro do colo (DC), números de folíolos (NF), área foliar (AF) e massa seca da folha (MSF), massa seca da raiz (MSR) e massa seca do caule (MSC). Para avaliar o padrão de qualidade das mudas foi utilizado o Índice de Qualidade de Dickson IQD= $MST/(AP/DC) + MSA/MSR$. As análises estatísticas foram realizadas pelo software R (R CORE TEAM, 2017). Foi feita o teste de correlação de Pearson. Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância. Aos 60 dias as mudas foram transplantadas para vasos e esperou-se 20 dias para acomodação das raízes, logo após, com o auxílio de um analisador infravermelho de gás portátil (LcPro+, ADC, UK.) foram mensurados os caracteres fisiológicos. As plantas de cada variedade foram selecionadas conforme a uniformidade em altura e número de folhas mensurou-se: taxa fotossintética líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração de CO_2 (C_i), mensuradas nos folíolos totalmente expandidos da folha madura mais recente por um período de 1-2 minutos para permitir equilíbrio da taxa fotossintética, essas avaliações foram mensuradas em 5 repetições de cada tratamento. A umidade do solo foi monitorada volumetricamente (m^3/m^3) usando o sistema Decagon (Pullman, WA, USA) usando-se uma sonda 5TE que monitora as características dielétricas do solo. Para mensurar a tolerância ao déficit hídrico foram realizadas avaliações diárias das trocas sendo iniciados com as mudas totalmente irrigadas e finalizadas após a fotossíntese chegar próxima a zero. Todas as avaliações foram realizadas às 8h, 12h e 17h e as leituras registradas após os valores de A e gs estabilizarem e quando o coeficiente de variação, medido pelo LcPro+, era menor que 1,0. Os resultados foram submetidos à análise de variância. Nos gráficos foi utilizado o erro padrão das amostragens.

Palavras – Chave: Crescimento; Fotossíntese; Trocas Gasosas, Déficit Hídrico.

PHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION IN VARIETIES OF THE GENDER *Schizolobium* UNDER WATER DEFICIT

Autora: Temile Santana da Cruz

Orientador: Ricardo Franco Cunha Moreira

Co-orientador: Manoel Teixeira de Castro Neto

ABSTRACT: The objective of this work was to analyze the possible physiological and biometric differences between the two varieties regarding the tolerance to drought when submitted to the water deficit. The work was developed in nursery, in the experimental field of the State University of Bahia. The design was DIC with 02 treatments and 200 replicates. Growth analysis evaluations were performed every 15 days up to 90 days. A total of 05 plants of each variety were selected: stem height (ALT), neck diameter (DC), leaflet numbers (NF), leaf area (SF) and dry leaf mass (MSF), root dry mass MSR) and dry stem mass (MSC). To evaluate the quality standard of the seedlings, the Dickson Quality Index IQD = $MST / (AP / DC) + MSA / MSR$ was used. Statistical analyzes were performed by software R (R CORE TEAM, 2017). The Pearson correlation test was performed. The results were submitted to analysis of variance. At 60 days, the seedlings were transplanted into the vases and 20 days later the roots were harvested and the physiological characters were measured with a portable infrared gas analyzer (LcPro +, ADC, UK). The plants of each variety were selected according to the uniformity in height and number of leaves were measured: liquid photosynthetic rate (A), transpiration (E), stomatal conductance (gs) and concentration of CO₂ (Ci), measured in fully expanded leaflets of the most recent mature leaf for a period of 1-2 minutes to allow equilibrium of the photosynthetic rate, these evaluations were measured in 5 replicates of each treatment. Soil moisture was monitored volumetrically (m³ / m³) using the Decagon system (Pullman, WA, USA) using a 5TE probe that monitors the dielectric characteristics of the soil. In order to measure tolerance to water deficit, daily evaluations of the changes were performed, starting with the fully irrigated seedlings and finalized after photosynthesis reaching close to zero. All evaluations were performed at 8h, 12h, and 17h and the readings recorded after the A and gs values stabilized and when the coefficient of variation as measured by the LcPro + was less than 1.0. The results were submitted to analysis of variance. In the graphs the standard error of the samplings was used.

Key words: Growth; Photosynthesis; Gas Exchanges, Water Deficit.

INTRODUÇÃO

O gênero *Schizolobium* é composto por árvores caracterizadas pelo rápido crescimento e boa cotação da madeira no mercado. As variedades deste gênero são encontradas desde a América Central até o Sul do Brasil, apresentando ampla distribuição Neotropical com duas variedades de características bem semelhantes e de difícil distinção divididas em *S. parahyba var. parahyba* (guapuruvu) e *S. parahyba var. amazonicum* (paricá) (TURCHETTO ZOLET *et al.*, 2012).

O uso do *Schizolobium* ocorre principalmente, nas regiões Norte e Nordeste do país. Regiões estas, historicamente reconhecidas como de má distribuição pluviométrica anual. Sendo assim, as mudas recém-instaladas no campo ficam sujeitas a passarem por déficit hídrico. Segundo Carvalho (2005), observações empíricas tem mostrado que nos períodos de distribuição irregular de chuva as plantas recém-instaladas no campo passam por deficiência hídrica acentuada, causada por elevados níveis de radiação solar incidente e pelas características de suas folhas, por serem bipinadas, apresentam menores valores de resistência da camada limítrofe, podendo ser submetidas, assim, à grande perda de água.

Conforme Pimentel (2004) a água é a substância fundamental à vida. Existem fortes indícios de que haverá maiores variações climáticas, com secas mais frequentes, causando um grande efeito na relação da planta com o meio, tornando-se imprescindível a obtenção de variedades mais tolerantes a seca com alta produtividade, visando o plantio em condições adversas com economia de água. Alguns estudos têm sido conduzidos com o objetivo de descobrir quais as bases fisiológicas que explicariam as diferenças de rendimento fotossintético entre variedades (VERISSIMO, 2010). As respostas fisiológicas variam de acordo com o genótipo da planta, mas de modo geral as modificações referentes à deficiência hídrica incluem um menor potencial hídrico no solo e nas folhas (LIBERATO *et al.*, 2006).

O balanço hídrico da planta é controlado pela transpiração foliar e a absorção de água no solo, que, em condições adversas como a deficiência hídrica, diminui o teor relativo de água e o turgor foliar. O potencial de água da folha também reduz com o declínio da disponibilidade de água no solo, levando à perda da turgescência e ao fechamento estomático (MANSUR; BARBOSA, 2000). Assim sendo, o conteúdo hídrico foliar em condições iguais ou inferiores a 75% diminuem significativamente a atividade fotossintética (SMIT; SINGELS, 2006). Sabe-se que existe grande variabilidade intra e interespecífica, no que tange à adaptabilidade das espécies à seca. Assim, torna-se importante avaliar o comportamento fisiológico de diferentes materiais genéticos frente ao déficit hídrico, de modo a permitir uma posterior recomendação de seu cultivo.

Dentre os vários fatores que interferem na produtividade dos vegetais está o funcionamento dos estômatos e a área foliar. O primeiro fator controla a absorção de CO₂ e o segundo determina a interceptação de luz (COSTA; MARENCO, 2007), sendo, portanto, a avaliação desses parâmetros fundamentais para a compreensão da dinâmica do crescimento vegetal, assim como as Informações sobre: taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração, e eficiência no uso da água são

alguns dos parâmetros que podem indicar o nível de adaptação a uma determinada condição de estresse, ou mesmo estabelecer diferenças entre genótipos. A dinâmica do crescimento vegetal pode ser acompanhada por meio de fórmulas matemáticas, sendo o primeiro passo utilizado para quantificar a produção vegetal, possibilitando avaliar a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento final das plantas (HUNT, 1990; PEIXOTO *et al.*, 2011).

O conhecimento dos mecanismos fisiológicos que regulam o metabolismo das plantas em determinado ambiente torna-se importante para estabelecer o seu nível de adaptação. Desta forma, buscam-se informações consistentes sobre o desempenho de ambas as variedades quando estão em déficit hídrico, ou mesmo compreender qual variedade apresenta maior tolerância à falta de água. Por serem variedades que agregam valores, essas informações são salutares para seleção de caracteres em trabalhos de melhoramento e para fomentar cultivos em regiões áridas e semi-áridas. Diante do exposto, objetivou-se analisar as possíveis diferenças fisiológicas e biométricas entre as duas variedades quanto à tolerância à seca quando submetidas ao déficit hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento ocorreu no viveiro do Campo Experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, situado nas coordenadas geográficas 40° 39' de latitude Sul e 39° 06' 23" de longitude oeste de Greenwich e a 220 m acima do nível do mar. A temperatura média anual é de 24,5 °C, precipitação média anual de 1.224 mm e umidade relativa média do ar de 82%. O clima da região é seco e subúmido (REZENDE, 2004).

Após a obtenção de lotes de sementes de cada variedade, ambas procedentes de Penápolis - SP, retirou-se 200 sementes de cada variedade e as mesmas foram submetidas à superação de dormência por escarificação mecânica (fricção manual da semente nos dois lados acima da radícula em lixa ferro nº 60). Após escarificação foram embebidas em água por 24 horas (CARVALHO, 2005).

A semeadura ocorreu em saco de polietileno com tamanho de 24 cm de altura e 12 cm de diâmetro contendo como substrato uma mistura de solo e adubo (esterco bovino) na proporção 2:1. A irrigação manual foi realizada uma vez ao dia e quando necessário, duas vezes (manhã/tarde). Foi registrada a temperatura média e umidade relativa do ar (UR) dentro do viveiro durante toda condução do experimento registrando-se temperatura mínima de 21,6 °C e máxima de 30,5 °C com UR média de 79,5 no período da manhã.

Aos 15 dias após o aparecimento completo dos dois pares de folhas iniciou-se as avaliações de análise de crescimento, sendo novamente realizada aos 30, 45, 60, 75, e 90 dias.

Foram selecionadas 05 plantas de cada variedade e determinadas: altura do caule (ALT), diâmetro do colo (DC), números de folíolos (NF), área foliar (AF). A ALT foi obtida com régua graduada, na qual, mensurou-se a distância compreendida entre a superfície do substrato e o ápice da planta, O DC foi medido com paquímetro

na superfície do substrato. O NF foi obtido pela contagem direta e a área foliar foi obtida por escâner de todos os folíolos (HP scanjet 8300®), em formato tiff com 200 dpi e, processadas no software ImageJ® (RASBAND, 2011.). Após mensurações, todo o material foi colocado em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C até sua completa secagem e em seguida pesadas em balança analítica (na fase inicial aos 15 dias) e balança de precisão (no decorrer do experimento) para obtenção da Massa Seca dos diferentes órgãos (MS).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em fatorial 2 x 6. Para avaliar o padrão de qualidade das mudas foi utilizado o Índice de Qualidade de Dickson $IQD = MST/(AP/DC) + MSA/MSR$. As análises estatísticas foram realizadas pelo software R (R CORE TEAM, 2017). Foi feita o teste de correlação de Pearson. Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância, onde, os efeitos das variedades, dos dias de avaliação e a interação entre os fatores variedades e dias foram analisados pelo teste F a 5% de probabilidade. O efeito das variedades em função dos dias de avaliação foi verificado por meio de análise de regressão. Na escolha do modelo levou-se em conta a explicação biológica e a significância do coeficiente de determinação R^2 .

Aos 60 dias após emergência (DAE) as mudas foram transplantadas para vasos pretos de 35 cm de altura x 14 cm de diâmetro e capacidade para 4,65 litros contendo solo, em seguida foi feita adubação foliar com N sol. H₂O 14% (189 g/l), P₂O₅ sol. H₂O 7% (94,5g/l), sendo 3% na forma de fosfito, K₂O sol. H₂O 5% (67,5g/l), Mg sol. H₂O 1,5% (20,25g/l), B sol. H₂O 0,1% (1,35g/l), Mn sol. H₂O 1,5 (20,25g/l), Mo sol. H₂O 0,05% (0,675 g/l), Zn sol. H₂O 2% (27g/l) e esperou-se 20 dias para acomodação das raízes.

Com o auxílio de um analisador infravermelho de gás portátil (LcPro+, ADC, UK.) foram mensurados os caracteres fisiológicos. As plantas de cada variedade foram selecionadas conforme a uniformidade em altura e número de folhas avaliando-se: taxa fotossintética líquida (*A*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*) e concentração de CO₂ (*C_i*), mensuradas nos folíolos totalmente expandidos da folha madura mais recente por um período de 1-2 minutos para permitir equilíbrio da taxa fotossintética. Essas avaliações foram feitas em 5 repetições de cada tratamento.

Para a realização das curvas de resposta a radiação e de CO₂ usou-se a metodologia de Long & Hallgren (1993) com modificações na sequência de radiação usada (tempo de monitoramento e integração das leituras de 3 minutos, com temperatura das folhas mantida a 25°C e radiações de 0, 30, 80, 130, 250, 450, 650, 850, 1100 e 1500 $\mu\text{mol.m}^2. \text{s}^{-1}$) e para a sequência de resposta ao CO₂ foi usadas as concentrações de 410, 200, 50, 350, 500, 750, 1000 e 1300 ppm de CO₂, com temperatura da folha de 26°C, e saturação de radiação de 750 $\mu\text{mol.m}^2. \text{s}^{-1}$, com tempo de monitoramento e integração de 5 minutos.

Inicialmente usou - se os dados originais de resposta à radiação e CO₂ para calcular alguns parâmetros e estes foram usados para a curva de ajuste. Para a radiação usou-se o modelo de Smith, 1936. Devido este modelo dar uma correlação (*R*) de 99,73 %. Para a curva de ajuste do CO₂ usou-se o modelo de Ethier e

Livingston (2004) mediante emprego do programa A/Ci Curve Fitting 10.0 xls, versão 11 de Dezembro de 2013 (disponível no site www.landflux.org/tools.php).

A umidade do solo foi monitorada volumetricamente (m^3/m^3) usando o sistema Decagon (Pullman, WA, USA) com uma sonda 5TE que monitora as características dielétricas do solo. Para mensurar a tolerância ao déficit hídrico foram realizadas avaliações diárias das trocas sendo iniciados com as mudas totalmente irrigadas e finalizadas após a fotossíntese chegar próxima a zero. Todas as avaliações foram realizadas às 8h, 12h e 17h e as leituras registradas após os valores de *A* e *gs* estabilizarem e quando o coeficiente de variação, medido pelo LcPro+, era menor que 1,0. Os resultados foram submetidos à análise de variância. Nos gráficos utilizou-se o erro padrão das amostragens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação de parâmetros biométricos tem uma importância muito grande em identificar diferenças entre comportamento de variedades, ou ação de diferentes ambientes (HUNT, 1990) sobre estas. No presente trabalho o comportamento do Paricá (*Schizolobium parahyba* Var. *amazonicum*) e do Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* var. *parahyba*) mostrou-se diferentes mediante análise destes parâmetros. A Tabela 1 mostra que houve diferenças estatísticas entre as variedades e ao longo dos dias de crescimento durante o período de avaliação, para as variáveis: número de folíolos (NF), área foliar (AF), massa seca do caule (MSC) e diâmetro do colo (DC).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância (ANAVA) de mudas de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* para as variáveis biométricas. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio						
		NF	AF (cm ²)	DC(mm)	ALT (cm)	MSC (g)	MSF (g)	MSR (g)
Variedades	1	156,82**	262009,84**	4,02**	17,50 ^{ns}	16,91**	0,04 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Dias	5	2390,75**	2813013,41**	67,66**	2010,06**	127,57**	50,06**	10,51**
Variedades *Dias	5	44,86**	84546,96**	0,92**	31,37 ^{ns}	2,18 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Erro	48	12,93	26553,48	0,26	14,85	1,63	0,44	0,20
Total	59							
CV (%)		15,74	13,27	8,00	22,19	39,72	24,52	41,51

ns = não significativo, **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), pelo teste F. Variáveis: Número de folíolos (NF), altura (ALT), diâmetro do colo (DC), área foliar (AF), Massa seca do caule (MSC), Massa seca da folha (MSF) Massa seca da raiz (MSR).

No sentido de se observar o comportamento destas variáveis durante a fase inicial de desenvolvimento das variedades, cada parâmetro biométrico foi observado separadamente.

Na Figura 1 tem-se o comportamento do número de folíolos por planta e a Área Foliar. Uma análise conjunta dos dois parâmetros mostra que inicialmente (até aos 30 dias) as plantas se comportam bem semelhantes, sem diferença em área foliar ou número de folíolos. Entretanto, após este período há diferenças entre estes parâmetros com o Paricá apresentando maior área foliar, até o final do período de

estudo (90 dias). Como o número de folíolos é diferente a partir dos 30 dias, mas semelhantes aos 90 dias, a diferença em área foliar só pode ser explicado devido o Paricá apresentar maior tamanho de folíolos. Claramente nota-se uma compensação entre área foliar e número de folíolos entre as duas variedades.

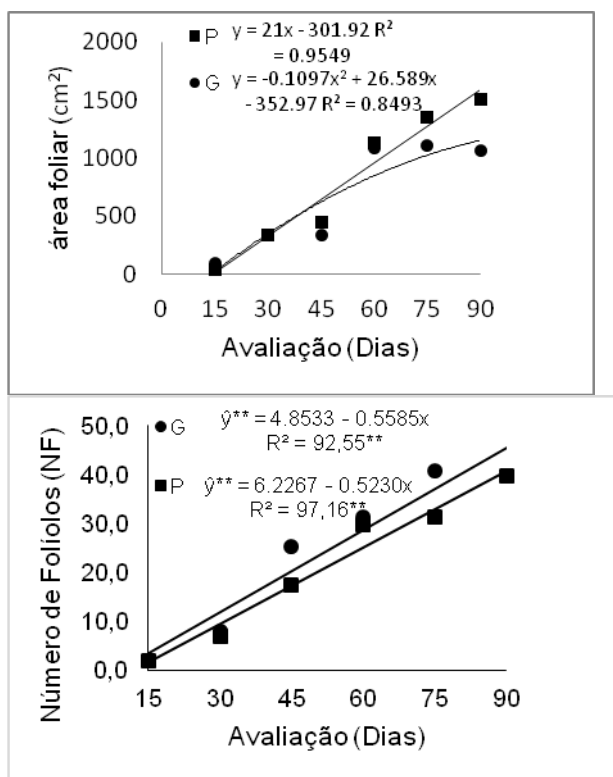


Figura 1 – Área foliar cm^2 (AF) e número de folíolos (NF) entre variedades de paricá e guapuruvu e ao longo do crescimento aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Ainda na Figura 1 pode-se observar que a resposta do acúmulo de área foliar segue diferente comportamento para o Paricá e para o Guapuruvu. Enquanto a equação da curva de resposta do Paricá segue uma reta ($f(x) = ax + b$) com alto coeficiente de correlação. A resposta do Guapuruvu segue, aparentemente, uma hipérbole, com coeficiente de correlação de 0,849.

A relação área foliar e número de folhas, embora seja complicada e de difícil entendimento, devido à participação de outros parâmetros de crescimento e de resposta aos fatores ambientais, ela é também conhecida em várias espécies. Ao aumentar a área foliar, eleva-se, por conseguinte, a superfície de absorção de radiação luminosa total e, também, do acúmulo de radiação fotossinteticamente ativa (CARON, 2012). Conforme BARBIERI JÚNIOR *et al.* (2007) trabalhando com Jatobá a área foliar elevada no início do desenvolvimento das plantas indica que houve investimento no desenvolvimento das folhas para a captação de radiação luminosa e posteriormente, devido à maturação das folhas, direcionamento dos fotoassimilados para outras partes da planta ocorre a diminuição da área foliar fotossinteticamente ativa.

Na Figura 2 podem-se ver as relações entre altura de planta e diâmetro do colo para o Paricá e Guapuruvu. Não houve diferença estatística para o parâmetro altura entre as variedades, mas, houve para o parâmetro diâmetro do colo, sendo observadas diferenças significativas entre as variedades a partir dos 60 dias, com o

Guapuruvu possuindo maior diâmetro de colo. Os resultados de altura e diâmetro são concordantes com os obtidos por Caron (2010) avaliando o *S. parahyba*. O diâmetro do colo, é considerado um parâmetro significativo para estimar a sobrevivência em campo em várias espécies florestais, o padrão de qualidade das mudas prontas para o plantio tem correlação com o referido parâmetro, e isso pode ser verificado por aumentos significativos nas taxas de sobrevivência e crescimento das plantas no campo, segundo estudo de BINOTTO (2010) para o eucalipto.

Altura e diâmetro apresentaram correlação negativa pela correlação de Pearson (figura 5) evidenciando que plantas menores apresentaram maior diâmetro, resultados semelhantes foram encontrados por Rego e Possamai (2006) avaliando o crescimento de Jequitibá-Rosa. No trabalho de Binotto (2010) analisando variáveis de crescimento em espécies florestais, a variável altura só se apresentou eficiente para indicar qualidade de mudas quando analisada juntamente com o diâmetro. De acordo com Rosa (2009) o diâmetro do coleto e a matéria seca total são parâmetros morfológicos importantes, juntamente com o índice de qualidade de Dickson (IDQ), para avaliar a qualidade das mudas de Paricá produzidas em condições de viveiro.

Para evitar erros de selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando os menores, mas com maior vigor, os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas para avaliação da qualidade das mudas não devem ser utilizados isoladamente. Desta forma, um bom indicador de qualidade das mudas é o IDQ, pois no seu cálculo consideram-se vários parâmetros importantes empregados para a avaliação da qualidade (FONSECA, 2002).

Para estes parâmetros, altura de planta e diâmetro do colo, as respostas das variedades podem ser representadas pela mesma equação, sugerindo que um mesmo processo fisiológico de desenvolvimento os controla.

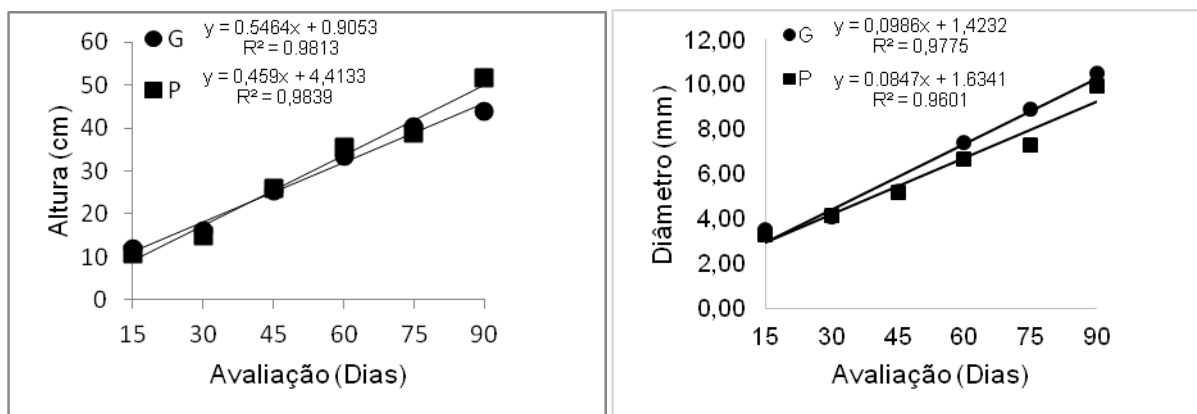


Figura 2 – Altura (cm) e Diâmetro do colo (mm) entre variedades de Paricá e Guapuruvu e ao longo do crescimento aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Na figura 3 estão mostrados os comportamentos dos parâmetros biométricos Massa Seca da Folha e Massa Seca do Caule para as variedades Paricá e Guapuruvu. Não houve diferenças estatísticas entre as variedades para a massa seca da Folha. Embora não haja diferenças significativas na massa da folha é possível observar que a partir dos 75 dias a mesma passa a ser maior na variedade Paricá, momento esse em que a área foliar também é significativamente maior (Figura 2). Tal aspecto reforça a sugestão de que o Paricá apresentou maior

tamanho de folíolo como mencionado acima. Houve diferenças no acúmulo de massa seca do caule (Figura 3) que foi maior na variedade guapuruvu a partir do 30º dia, o que provavelmente se justifica por esta possuir também maior diâmetro a partir deste período.

Assim como para os parâmetros altura e diâmetro do colo, a massa seca da folha e massa seca do caule está sob a mesma influência do mesmo processo fisiológico, devido a apresentarem o mesmo padrão de resposta que é identificado pela a mesma equação de regressão.

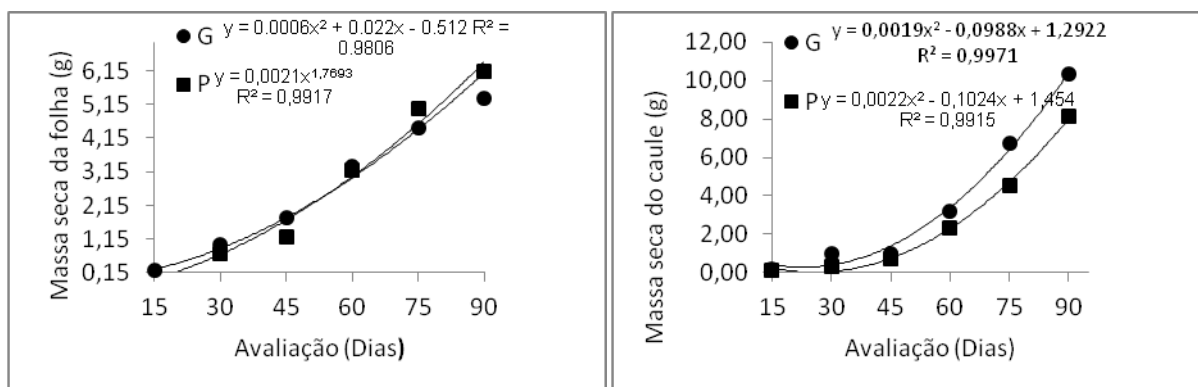


Figura 3 – Massa seca da folha (g) e Massa seca do caule (g) entre variedades de Paricá e Guapuruvu e ao longo do crescimento aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Não houve diferenças estatísticas para a massa seca da raiz entre as variedades, estas apresentam a mesma equação de regressão (figura 4), sendo possível observar no início do desenvolvimento maior massa para o Guapuruvu até os 75 dias.

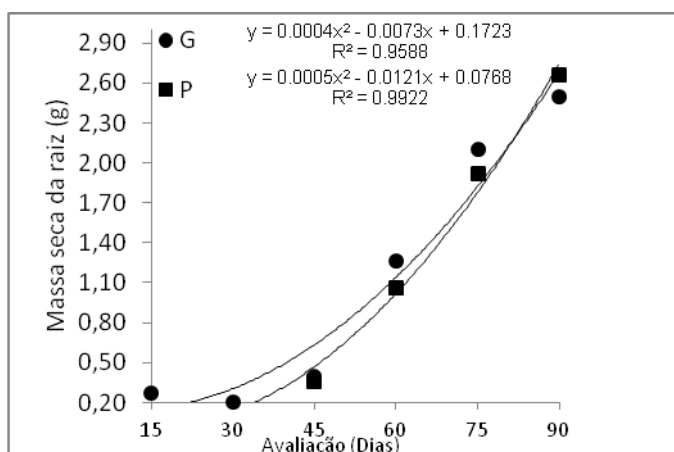


Figura 4 – Massa seca da raiz entre variedades de Paricá e Guapuruvu e ao longo do crescimento aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Na avaliação do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, indicando que ambas as variedades apresentaram mudas de qualidade (Tabela 2). Quanto maior for o valor desse índice, melhor será o padrão de qualidade das mudas (GOMES; PAIVA, 2012). Para o parâmetro R(ALT/DH) houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 2 – Teste de média de mudas de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba*. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Variedades	Parâmetros utilizados para avaliar a qualidade de mudas		
	IQD	R(MSPA/MSR)	R(ALT/DH)
Paricá	1,59 a	5,39 a	5,20 a
Guapuruvu	1,74 a	6,80 a	4,20 b

Índice de qualidade de Dickson (IQD), razão massa seca da parte aera/massa seca da raiz R(MSPA/MSR), razão altura/diâmetro R(ALT/DH). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5% de significância.

Houve maior relação altura/diâmetro para o Paricá 5,20 R(ALT/DH), que conforme Araújo (2017) é considerado que quanto menor o seu valor, maior será a capacidade das mudas sobreviverem Jose *et al.* (2009), consideram que mudas de espécies florestais de alta qualidade devem apresentar índices ALT/DH menores que 10, e quando atendem esses índices, apresentam maior sobrevivência após o plantio. De acordo com Araújo (2017) esse método de avaliação não destrutivo, representa o equilíbrio de crescimento da planta. O autor avaliando qualidade de mudas de Paricá, obteve relação ALT/DH (5,47), (6,98), (6,29) e (6,35).

Rossa *et al* (2013) avaliando o crescimento de mudas de Paricá para o mesmo parâmetro obteve resultados entre (6,31) a (7,18) considerando esses valores como um bom desenvolvimento em altura em detrimento do diâmetro do colo. Neste trabalho, ambas as variedades apresentaram valor menor que 10, com média menor para o Guapuruvu com 4,20. Garcia (2015) avaliando mudas de Guapuruvu obteve melhor razão ALT/DH de 3,23.

Não houve diferença estatística para a R(MSPA/MSR). Caione (2012) obteve resultados variando de 3,18 a 3,64, conforme o autor para mudas de *Schizolobium* não há um índice padrão que mostre ser o mais indicado. Neste trabalho foram obtidos resultados de 5,39 para o Paricá e 6,80 para o Guapuruvu. Deve-se dar importância as variáveis do sistema radicular de mudas, em adição ao estudo dos seus parâmetros morfológicos, para assegurar melhor desempenho no campo (BINOTTO, 2010).

Pela análise de correlação de Pearson (Figura 5), as variáveis de matéria seca são as mais fortemente correlacionadas com o índice de qualidade de Dickson (IQD), seguido do diâmetro de base, concordando com os resultados obtidos por Binotto (2010) em mudas de eucalipto. Segundo Fonseca *et al.* (2002), para obter um parâmetro de qualidade das mudas, deve-se levar em consideração a avaliação de algumas variáveis das características morfológicas e fisiológicas das mudas já que estas influenciam significativamente no padrão de qualidade.



Figura 5. Correlograma com base na correlação de Pearson em mudas de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* para as variáveis biométricas: Diâmetro da Haste (DH), Massa Seca Total (MST), Massa Seca Parte da Aérea (MSPA), Massa Seca da Raiz (MSR), Índice de qualidade de Dickson (IQD), Altura (ALT). UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Analisando os parâmetros de trocas gasosas pelos resultados da análise de variância (Tabela 3), houve interação entre as variedades e os horários de avaliação para as trocas gasosas *A* (Fotossíntese), *gs* (Condutividade estomática) e *Ci* (Concentração de CO₂ interna), com maior assimilação de CO₂ e maior condutividade estomática no período da manhã para as duas variedades. A condutividade estomática cai ao meio dia para as duas variedades, mas, há uma diminuição em *gs* mais significativa no Paricá.

Conforme Taiz *et al.* (2017), a atividade estomática é uma variável importante na realização do balanço entre o ganho da fotossíntese e as perdas pela transpiração. A perda de turgidez causa o fechamento dos estômatos, sendo este um dos primeiros ajustes desenvolvidos pelas plantas para evitar a contínua perda de água.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância (ANAVA) de mudas de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* para as variáveis de trocas gasosas. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		A	Gs	E	Ci	FFA
Variedades	1	6,03 ^{ns}	0,02 ^{**}	0,23 ^{ns}	6380,79 ^{**}	26765,91 ^{ns}
Horas	2	289,74 ^{**}	0,09 ^{**}	25,35 ^{**}	29499,90 ^{**}	1298258,21 ^{**}
Variedades*Horas	2	19,86 ^{**}	0,01 [*]	1,32 ^{ns}	3676,11 ^{**}	83793,50 ^{**}
Erro	24	3,94	0	0,68	487,65	6668,9
Total	29					
CV (%)		28,27	31,91	30,28	7,64	21,05
Média geral		7,02	0,16	2,717	289,21	388,01

ns = não significativo, **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), pelo teste F. Gl: grau de Liberdade. Variáveis: taxa fotossintética líquida (A), concentração de CO_2 (C_i), transpiração (E), condutância estomática (g_s) e FFA.

Interpretações de dados de trocas gasosas são difíceis de serem analisados devido à relação existente entre eles e a interferência do meio ambiente, modificando o comportamento de cada variável. Neste sentido, para melhor entendermos o comportamento das variedades estudadas, foram monitorados a resposta das trocas gasosas destas sob as mesmas condições ambientais.

A Figura 6 mostra o comportamento da fotossíntese e transpiração para as duas variedades. Nela podemos observar que já às 8 horas da manhã, ambas as variedades apresentam taxas fotossintéticas e transpiratórias altas. Na interpretação destes dados pode-se notar que o Paricá mantém as taxas fotossintéticas mais altas que o Guapuruvu durante a parte da manhã, mas, isso se modifica ao meio dia (Figura 6). Tal comportamento da fotossíntese entre as duas variedades pode ter sido provocado, possivelmente, pela redução na condutância estomática (Figura 7) que foi significativamente menor no Paricá, ao meio dia, limitando a assimilação de CO_2 .

A intensidade de radiação também pode provocar diferenças na taxa fotossintética entre as variedades. Mas, neste caso, as duas variedades estavam sob o mesmo regime de disponibilidade e intensidade luminosa como pode ser evidenciado na Figura 8. Nela pode-se ver que as variedades receberam praticamente as mesmas quantidades de radiação fotossinteticamente ativa para todos os horários de monitoramento dos dados de trocas gasosas. Dados relativos ao comportamento fotossintético do gênero *Schizolobium* são praticamente inexistentes na literatura científica disponível.

Contudo, Marenco *et al.* (2014) trabalhando com espécies da floresta amazônica, observou que a fotossíntese destas espécies mantém-se alta na parte da manhã, até atingir um ponto máximo, que ocorre antes do meio dia, declinando de forma constante no período da tarde. Segundo os autores, isso ocorre porque em nível de folha a fotossíntese aumenta com a irradiância até atingir o ponto de saturação (PS). A partir desse, aumentos na irradiância não causam aumentos na fotossíntese. Santos Lopes *et al* (2015a e 2015b) estudando o comportamento do *S. parahyba* sob condição de diferente intensidade de sombra, obteve taxas fotossintética menores que as encontradas neste trabalho, para plantas de idades semelhantes, Cordeiro (2006) encontrou oscilação de $8,85 \text{ mmol CO m}^2\text{s}^{-1}$ a $10,45 \text{ mmol CO m}^2\text{s}^{-1}$ avaliando caracteres fisiológicos de mudas de paricá de diferentes procedências.

Considerando o comportamento da transpiração (Figura 6), pode-se notar que não houve diferença entre as variedades durante os períodos de avaliação, sendo às 12 horas o período de maior perda de água por transpiração para as duas variedades, período este que é também o de maior intensidade luminosa (Figura 8). Tal comportamento é muito discutido na literatura pertinente ao assunto, e é o reflexo do aumento da demanda hídrica da planta para o horário das 12 horas, onde a planta sofre um carregamento de calor e aumento da demanda evaporativa. Interessantemente, a redução da condutividade estomática entre as duas variedades, que afetou a taxa fotossintética do Paricá, não parece ter afetado a

transpiração das variedades. Como neste caso as plantas estavam com boa disponibilidade de água, este é o período onde elas estavam sendo irrigadas, é de se entender que a absorção de água do solo foi suficiente para manter as taxas de transpiração. Aqui, a ação dos estômatos parece ser de grande importância para a variedade Paricá na manutenção das taxas transpiratórias. Segundo Kramer (1983) a condutividade estomática pode afetar a transpiração e a fotossíntese de maneira diferente. A influência da condutividade na transpiração é principalmente estomática, mas para a fotossíntese ela pode ser tanto estomática como não-estomática.

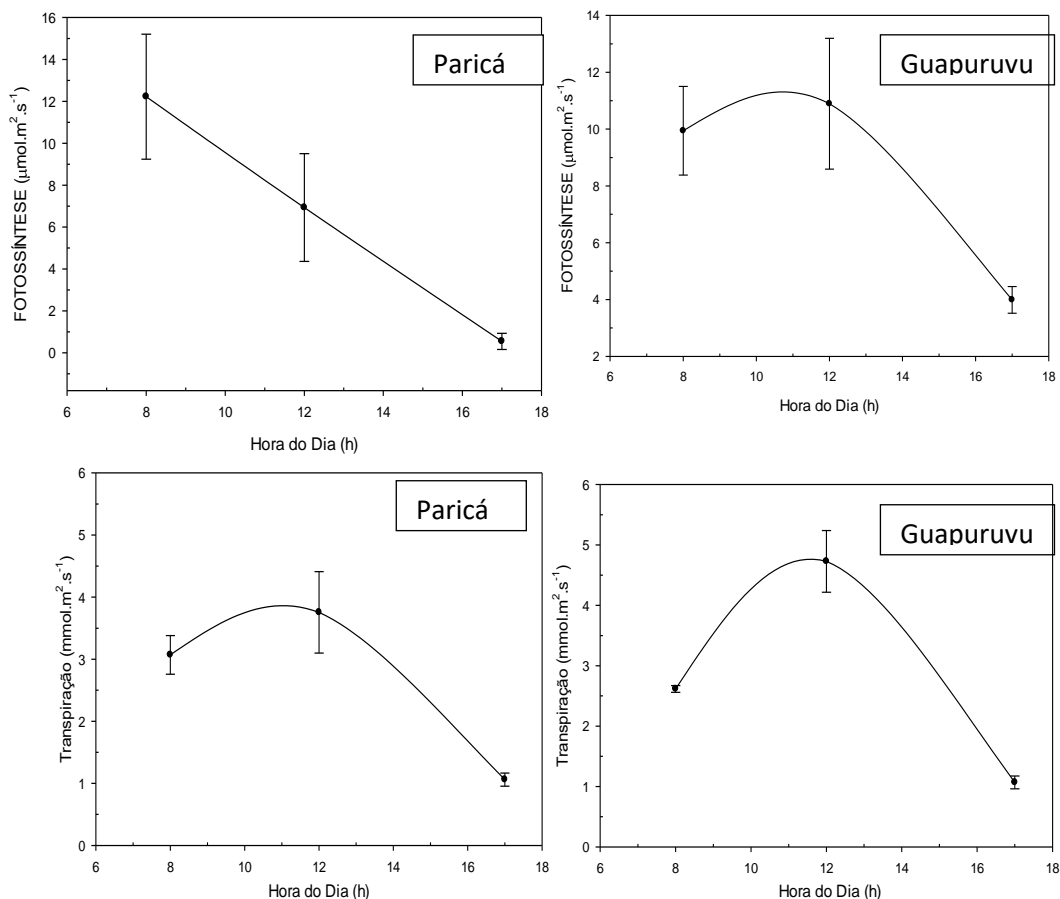


Figura 6 – Comportamento da fotossíntese e transpiração as 08h00min, 12h00min e 17h00min em mudas de Paricá e Guapuruvu respectivamente. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

A Figura 7 mostra o comportamento da concentração interna de CO_2 (C_i) nas câmaras estomáticas das folhas das duas variedades. Pode-se notar que o Guapuruvu tem uma maior concentração interna de CO_2 que o Paricá. Isto porque o Paricá apresentou sempre menor condutividade estomática, exceto as 17 horas que nas duas variedades elas praticamente se igualam, logo, a maior taxa de fotossíntese ao meio dia no Guapuruvu está ligada a uma quantidade considerável de concentração interna de CO_2 , no momento em que as plantas estavam com maior condutância estomática.

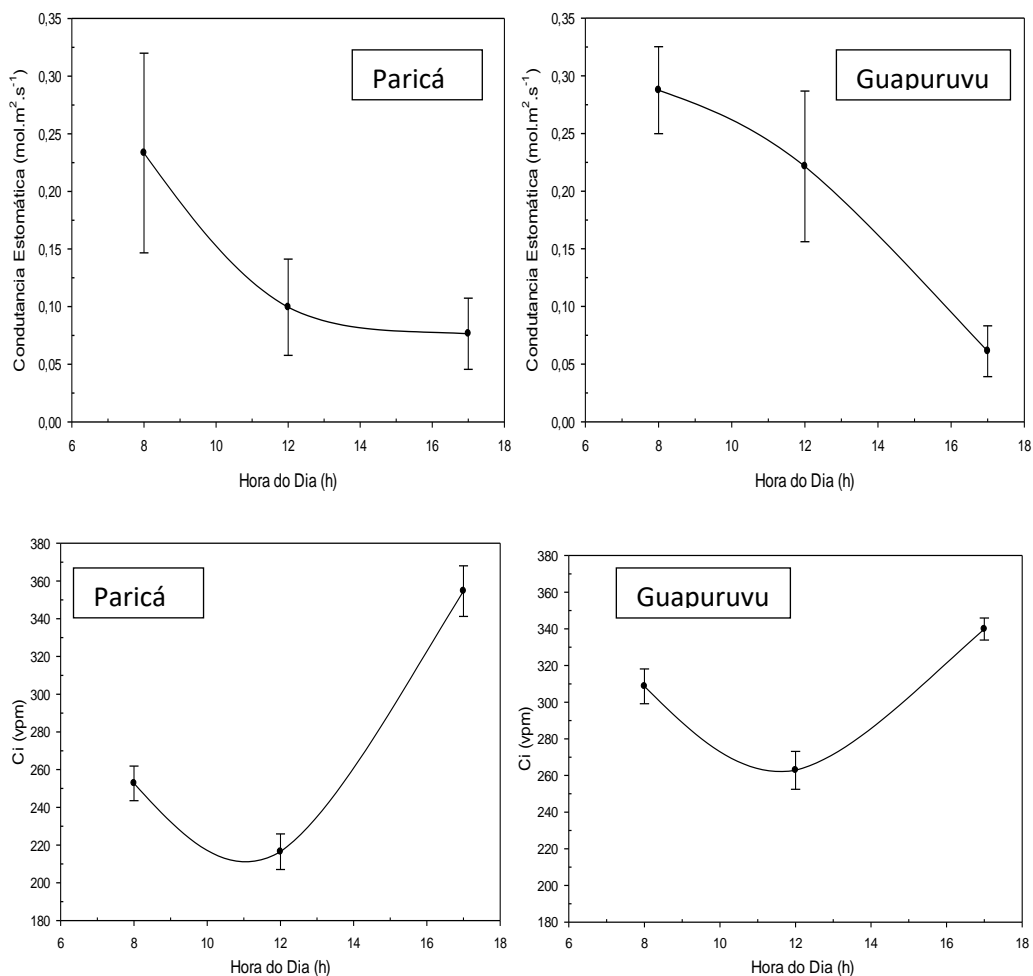


Figura 7- Condutividade estomática e concentração interna de CO_2 as 08h00min, 12h00min e 17h00min em mudas de Paricá e Guapuruvu respectivamente. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

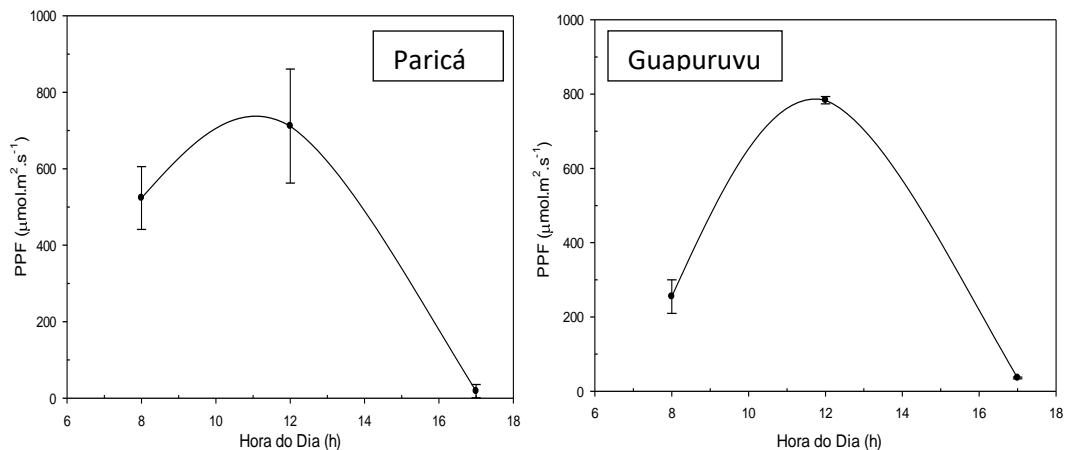


Figura 8 - PPF as 08h00min, 12h00min e 17h00min em mudas de Paricá e Guapuruvu respectivamente. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Quando submetidas ao déficit hídrico foi possível observar que, para os parâmetros de trocas gasosas avaliados, as variedades apresentaram comportamentos semelhantes, alcançando valores de taxa fotossintéticas próximas de zero, durante o período da tarde, com cinco (5) dias de deficiência hídrica. (Figura 10). Os valores de A e E apresentados pelas variedades decrescem à medida que a deficiência hídrica progride, atingindo valores bem próximos de zero quando a restrição hídrica é mais severa.

A figura 9 mostra a condição de umidade do solo durante o estudo que iniciou com o solo úmido, com valores de $0,150 \text{ m}^3/\text{m}^3$, indicando capacidade de campo (Com uma tensão de $0,1 \text{ atm}$), e após 5 dias de déficit hídrico apresentou valores próximos a zero com conteúdo hídrico de $0,050 \text{ m}^3/\text{m}^3$ atingindo o ponto de murcha permanente (PMP) (com tensão de 15 atm). Embora a literatura científica sugira que no ponto permanente de murcha a quantidade de água presente no solo já não pode mais ser absorvida pela a planta (TAIZ *et al.*, 2017).

A figura 5 e os dados apresentados na figura 6 sugerem que tanto o Paricá quanto o Guapuruvu podem retirar água do solo mesmo depois deste ter alcançado o PMP. Isto porque as taxas fotossintéticas e Transpiratórias não estão zeradas com uma tensão de água no solo de 15 atm .

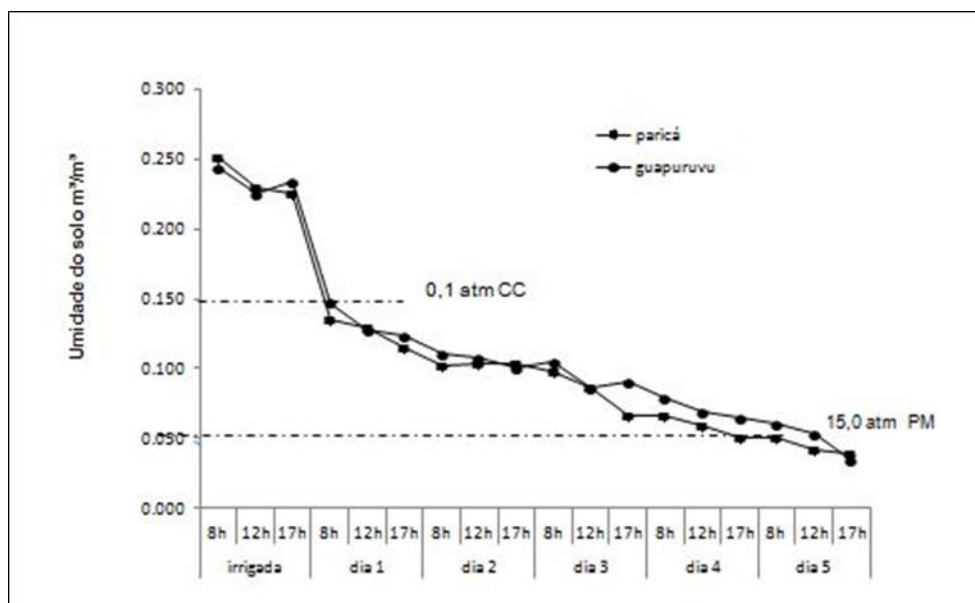


Figura 9 – Umidade do solo em mudas de Paricá e Guapuruvu totalmente irrigadas e nos 5 dias após a suspensão da irrigação. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

As interações variedades x avaliações (hora) não foram significativas para nenhuma das variedades testadas ao longo dos dias de avaliação, desta forma, independente das variedades, o período que proporcionou maior assimilação de CO_2 foi às 8 horas e maior taxa de transpiração foi às 12 horas, diferindo estatisticamente dos outros períodos avaliados. Já para a condutância estomática (g_s) o maior valor foi observado no período de 8 horas e às 17 horas, esses dois períodos não diferiram estatisticamente, Já o menor valor para C_i foi no período de 12 horas devido à queda na condutividade estomática (figura 12).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância (ANOVA) de mudas de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* sob déficit hídrico durante 5 dias para as variáveis de trocas gasosas. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Dia 1 Quadrado Médio				
		CO_2	E	g_s	C_i	PPF
Variedades	1	14,41 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1284,59 ^{ns}	25452,05 ^{**}

Horas	2	52,64**	25,65**	0,05**	11705,74**	1594001,08**
Variedades*Horas	2	0,86 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1380,45 ^{ns}	27001,48**
Erro	24	7,58	0,98	0,00	514,10	3353,75
Total	29					
CV (%)		49,60	38,71	45,34	7,86	13,60
Média geral		5,55	2,56	0,13	288,52	425,74

		Dia 2 Quadrado Médio				
Fonte de Variação	Grau de Liberdade	CO ₂	E	Gs	Ci	PPF
Variedades	1	0,92 ^{ns}	2,78 ^{ns}	0,00 ^{ns}	919,10 ^{ns}	56529,28 ^{ns}
Horas	1	6,95 ^{ns}	12,74**	0,01*	6822,82**	1005102,06**
Variedades*Horas	1	1,62 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,00 ^{ns}	285,77 ^{ns}	43760,82 ^{ns}
Erro	16	4,61	0,70	0,00	603,52	15647,41
Total	19					
CV (%)		38,29	26,16	33,58	9,53	17,54
Média geral		5,61	3,21	0,10	257,86	713,05

		Dia 3 Quadrado Médio				
Fonte de Variação	Grau de Liberdade	CO ₂	E	Gs	Ci	PPF
Variedades	1	1.41 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.00 ^{ns}	4.66 ^{ns}	268.92 ^{ns}
Horas	2	12.85**	3.30**	0.03**	28141 ^{ns} 1447.6	1829962.51 **
Variedades*Horas	2	4.44 ^{ns}	0.38 ^{ns}	0.00 ^{ns}	^{ns}	30146.18**
Erro	24	1.72	0.49	0	691.58	5355.93
Total	29					
CV (%)		56.34	46.97	51.72	8.4	21.74
Média geral		2.33	1.48	0.08	313.07	336.62

		Dia 4 Quadrado Médio				
Fonte de Variação	Grau de Liberdade	CO ₂	E	Gs	Ci	PPF
Variedades	1	0.09 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	2.66 ^{ns}	112953.94**
Horas	2	42.16**	2.18**	0.02**	8161.5	683759.16**
Variedades*Horas	2	0.48 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.00 ^{ns}	947.74 ^{ns}	110267.83**
Erro	24	1.26	0.1	0	1084.6	15817.99
Total	29					
CV (%)		50.84	24.82	51.87	10.06	53.63
Média geral		2.21	1.25	0.07	327.53	234.51

		Dia 5 Quadrado Médio				
Fonte de Variação	Grau de Liberdade	CO ₂	E	Gs	Ci	PPF
Variedades	1	0.77 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.00 ^{ns}	461.46 ^{ns}	2120.67 ^{ns}
Horas	2	12.27**	1.34**	0.00**	9865.85**	1510958.40**
Variedades*Horas	2	1.82 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.00 ^{ns}	429.22 ^{ns}	12988.88 ^{ns}
Erro	24	1.32	0.06	0	1397.73	22829.33
Total	29					
CV (%)		115.58	27.49	31.38	11.39	41.32

Média geral

0.99

0.87

0.04

328.1

365.71

ns = não significativo, **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), pelo teste F. Gl: grau de Liberdade. Variáveis: taxa fotossintética líquida (A), concentração de CO_2 (C_i), transpiração (E), condutância estomática (g_s) e PPF.

Aos 5 dias de estresse a taxa de assimilação líquida de CO_2 atingiu valores próximos de zero e as mudas apresentaram queda parcial dos folíolos. No trabalho de Rocha (2017), avaliando o desenvolvimento de mudas de Paricá sob o efeito do estresse hídrico, observou-se que a partir de 7 dias houve uma queda no número de folíolos, evidenciando que ao ser submetida a períodos de seca a planta reduz primeiramente suas folhas individuais para estabilizar seus processos metabólicos, garantindo sua sobrevivência antes de abortar as demais partes vegetativa.

Conforme Duarte (2016) e Rocha (2017), mudas de paricá apresenta baixa tolerância ao déficit hídrico e como consequência do estresse, reduzem o número de folhas visando manter a água. Chaves *et al.* (2004) aponta a diminuição da área foliar como uma das primeiras formas de defesa das plantas contra a deficiência hídrica visando diminuir a área fotossinteticamente ativa e assim reduzir a transpiração.

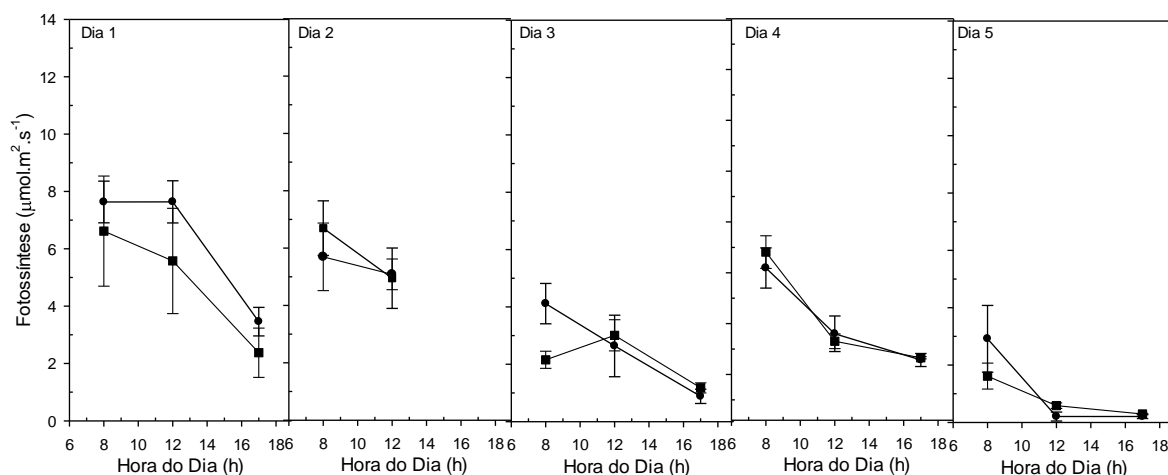


Figura 10 – Fotossíntese ao longo de 5 dias as 08h00min, 12h00min e 17h00min em mudas de Paricá (Quadrado) e Guapuruvu (Circulo) respectivamente sob déficit hídrico. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

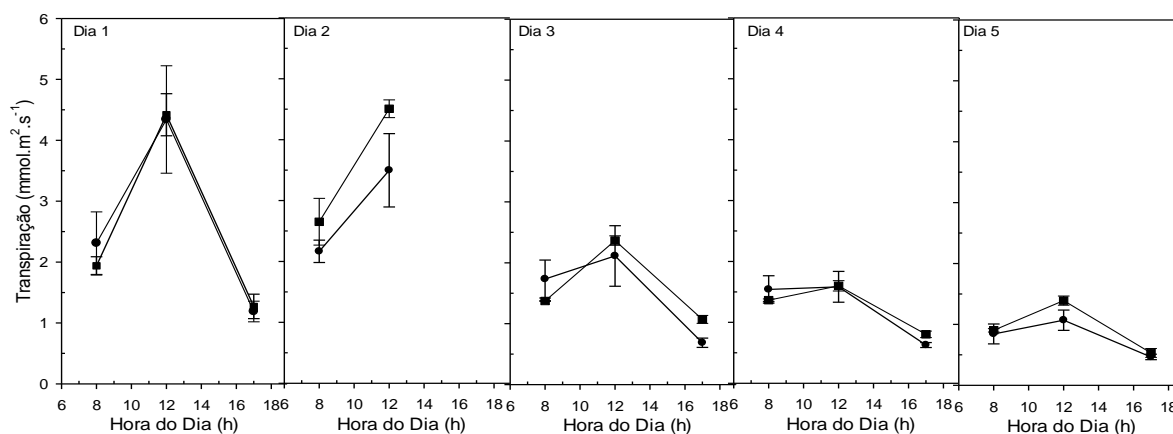


Figura 11- Transpiração ao longo de 5 dias as 08h00min, 12h00min e 17h00min em mudas de paricá e guapuruvu respectivamente sob déficit hídrico. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

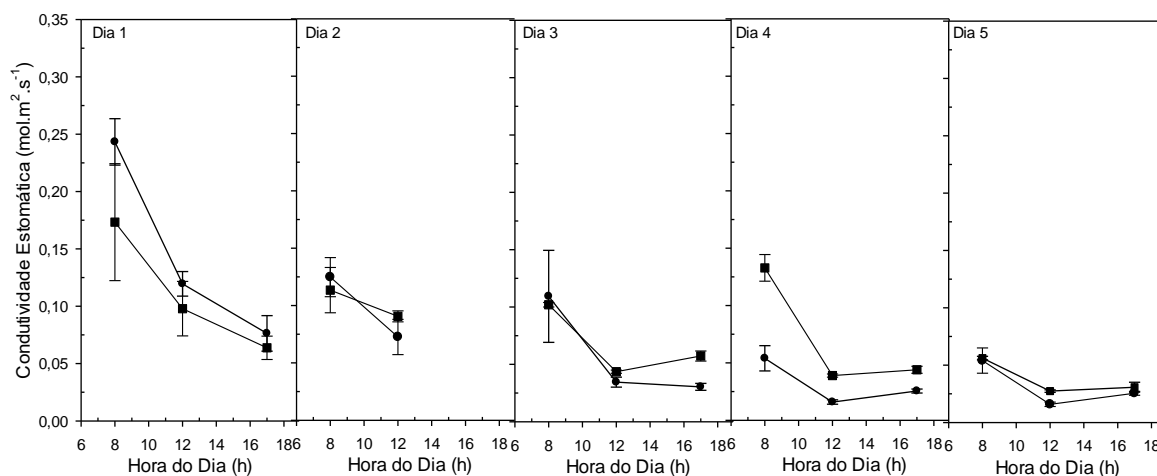


Figura 12 – Condutividade Estomática ao longo de 5 dias as 08h00min, 12h00min e 17h00min em mudas de Paricá e Guapuruvu respectivamente sob déficit hídrico. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

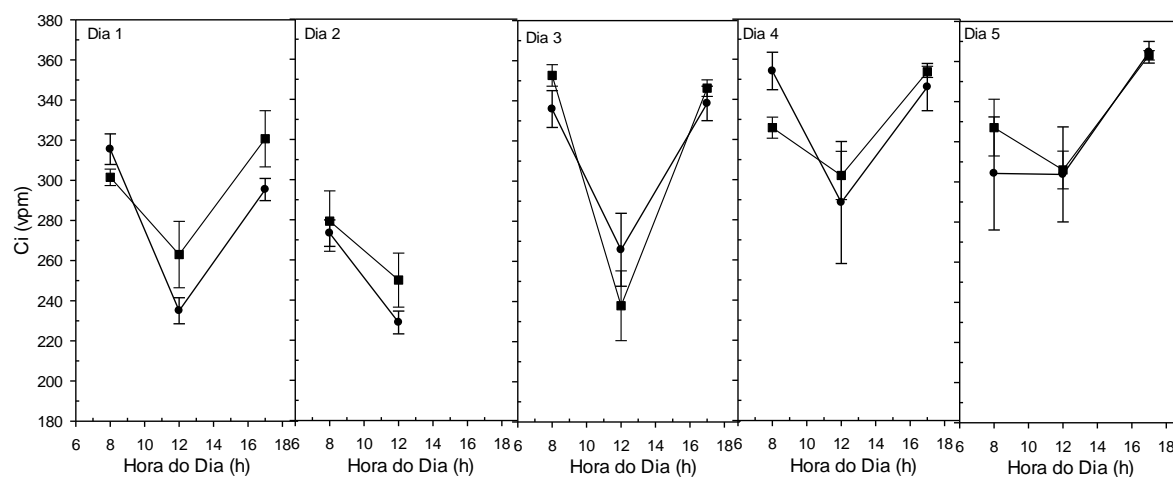


Figura 13- Concentração interna de CO₂ ao longo de 5 dias as 08h00min, 12h00min e 17h00min em mudas de Paricá e Guapuruvu respectivamente sob déficit hídrico. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

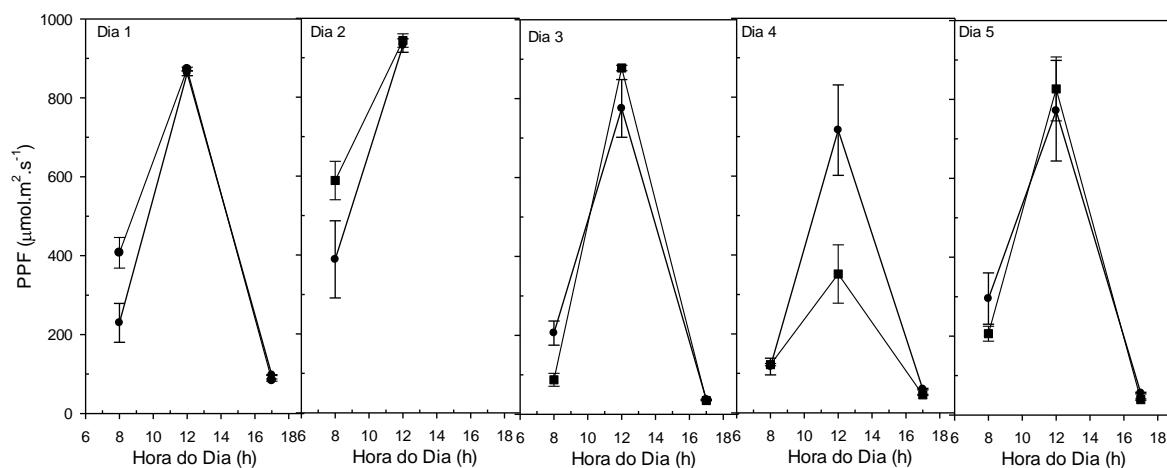


Figura 14 – PFF ao longo de 5 dias as 08h00min, 12h00min e 17h00min em mudas de Paricá e Guapuruvu respectivamente sob déficit hídrico. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Não houve diferenças estatísticas no teor de clorofila das variedades estudadas (Tabela 5), mas, a variedade Paricá apresentou uma maior quantidade em relação ao Guapuruvu. A determinação dos teores de clorofila nas folhas é importante para estimar o potencial fotossintético das plantas, pela sua ligação direta com a absorção e transferência de energia luminosa que irá refletir no crescimento (REGO; POSSAMAI, 2006).

Tabela 5 – Comparação dos valores médios de clorofila A, B e clorofila total de mudas de Paricá e Guapuruvu. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Variedades	A	B	Clorofila total
Guapuruvu	27,98 a	8,96 a	36,94 a
Paricá	30,12 a	9,5 a	39,62 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

As curvas em resposta a radiação fotossinteticamente ativa encontram-se na Figura 15, estas são importantes porque mostram vários aspectos do aparato fotossintético e como estes reagem a condição de absorção de radiação. Na Figura 15 pode-se ver que o Paricá alcançou maior taxa fotossintética quando da saturação de radiação da fotossíntese. No entanto, praticamente, as duas variedades tiveram este ponto alcançado em $200 \text{ mol.m}^2.\text{s}^{-1}$. Um dos motivos para tal superioridade pode ser resultado da maior concentração de clorofila que o Paricá apresentou (Tabela 4).

Essas variedades saturam com uma disponibilidade de radiação bem menor que a maioria das espécies florestais tropicais, onde de acordo com Marengo (2001) e Taiz *et al.* (2017) a maioria das plantas saturam em irradiâncias de 500 a 1000 $\mu\text{mol m}^2 \text{ s}^{-1}$, conforme Kerbauy (2008) quando a intensidade luminosa supera 200 $\mu\text{mol m}^2 \text{ s}^{-1}$ (10% da radiação solar plena), o aumento da intensidade luminosa não acarreta mais um incremento proporcional até cerca de 500 a 1000 $\mu\text{mol m}^2 \text{ s}^{-1}$. Mas, temos que admitir que espécies com o potencial de crescimento rápido como esta, tiram vantagens de apresentar tais mecanismos de resposta por estarem em constante competição com outras espécies por radiação e conseguem aproveitar baixas incidências.

Outro aspecto importante é que segundo Long e Hallgren (1993) a inclinação da reta da parte exponencial de resposta da curva indica a velocidade de carboxilação da Rubisco. Neste sentido, o Paricá apresenta taxa de carboxilação um pouco maior que o Guapuruvu e, portanto, pode ter uma maior taxa de respiração como evidenciado na Figura 16, devido à rubisco reagir tanto com o CO_2 como também com o O_2 .

O estudo da Curva de resposta A/C_i (Figura 16) sugere que estas variedades sofrem uma redução da fotossíntese promovida por um efeito de resistência da difusão do CO_2 no mesófilo, que reduz sua taxa de fotossíntese em

aproximadamente $1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (compare valor indicado pela seta e o valor da origem da inclinação da curva) Estudo conforme Farquhar e Sharkey (1982).

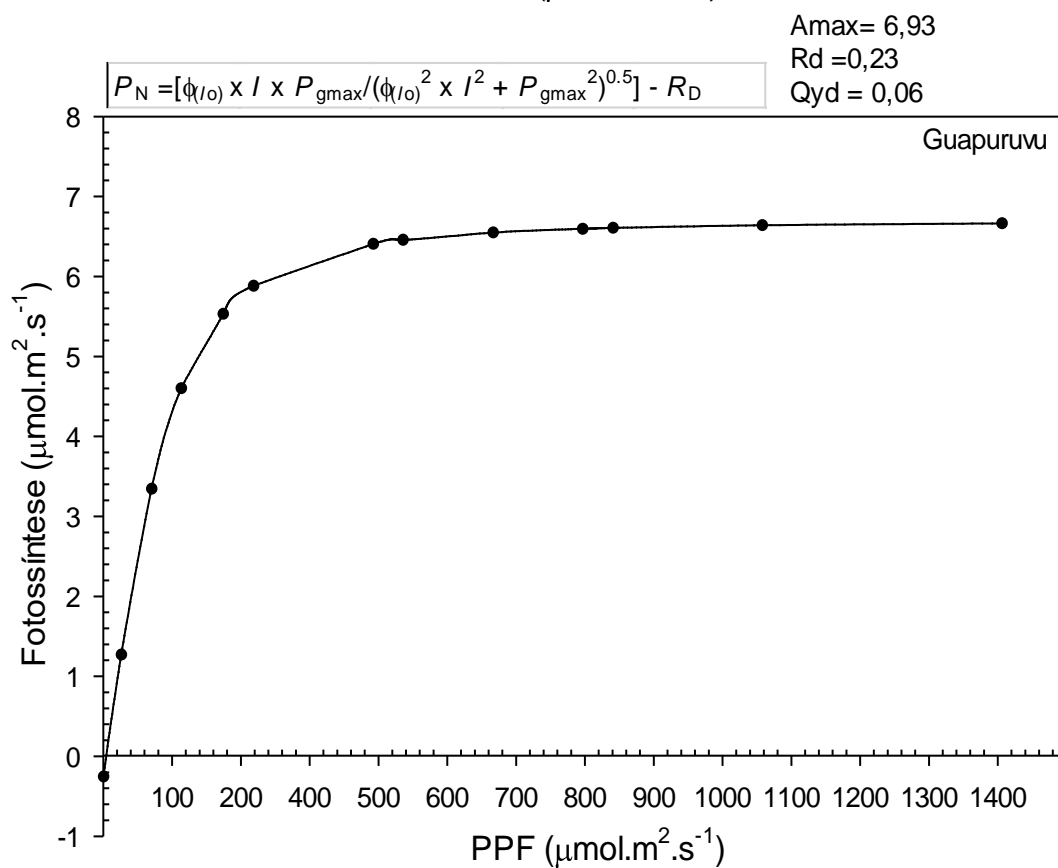
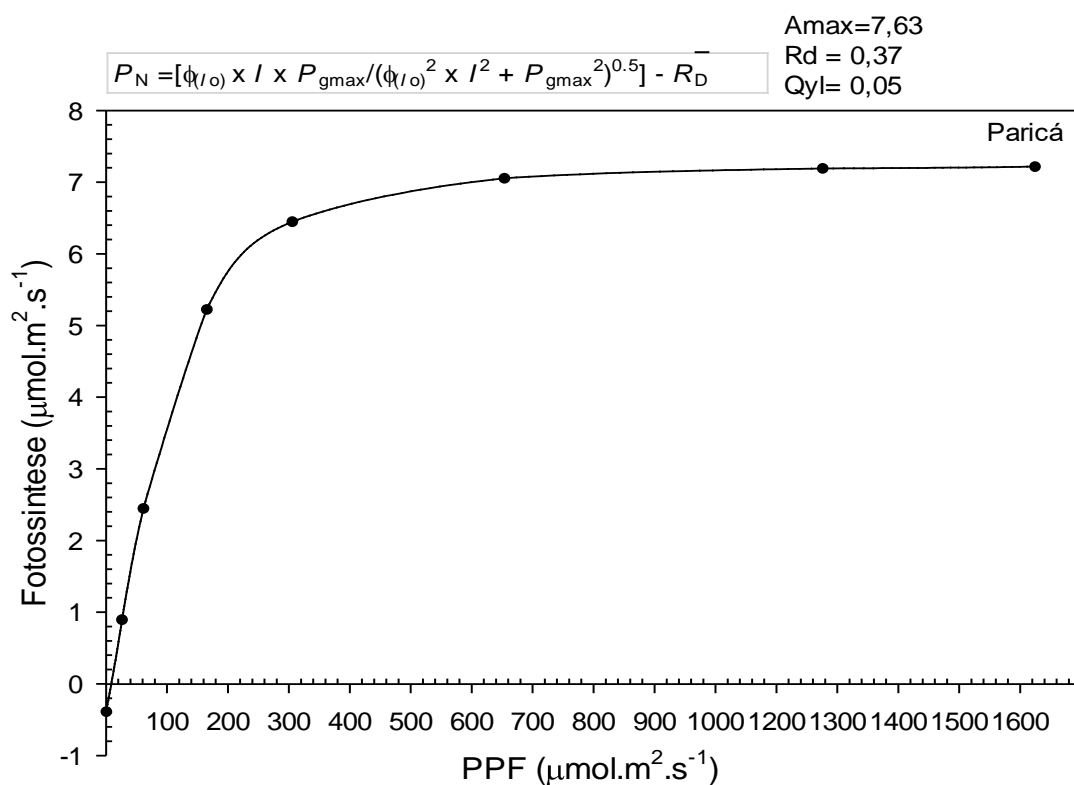


Figura 15 - Resposta de paricá e guapuruvu respectivamente a variação da radiação fotossinteticamente ativa. Curva ajustada conforme fórmula no gráfico. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

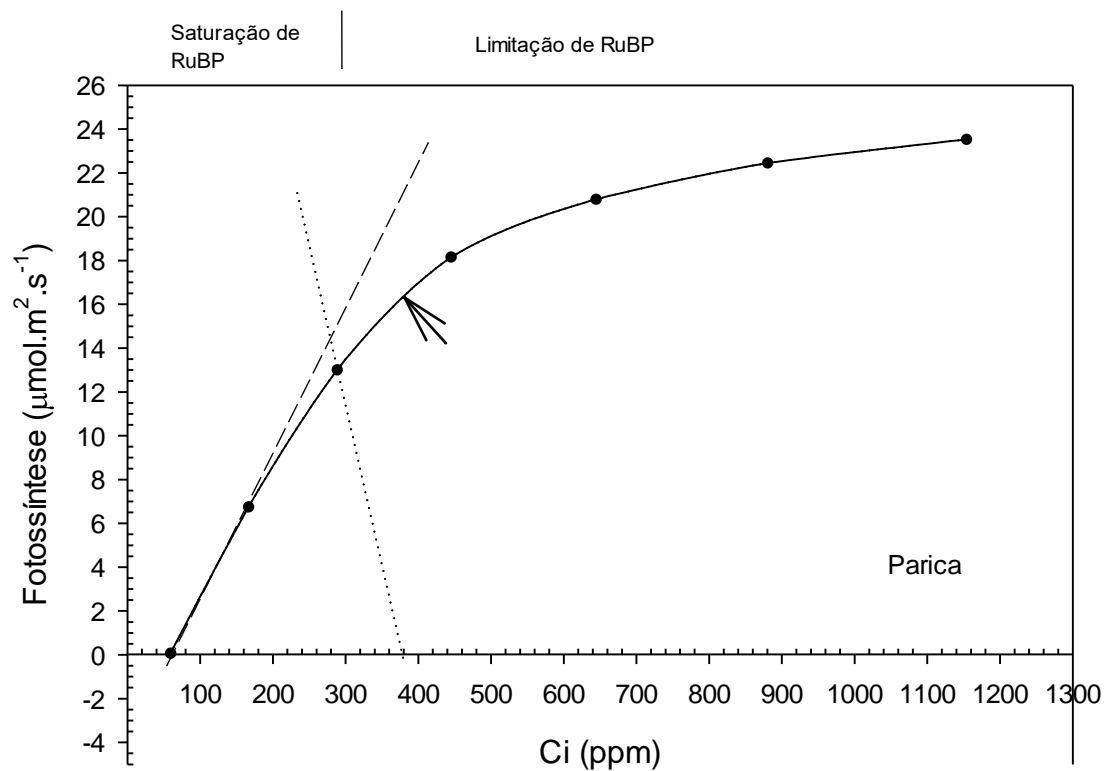
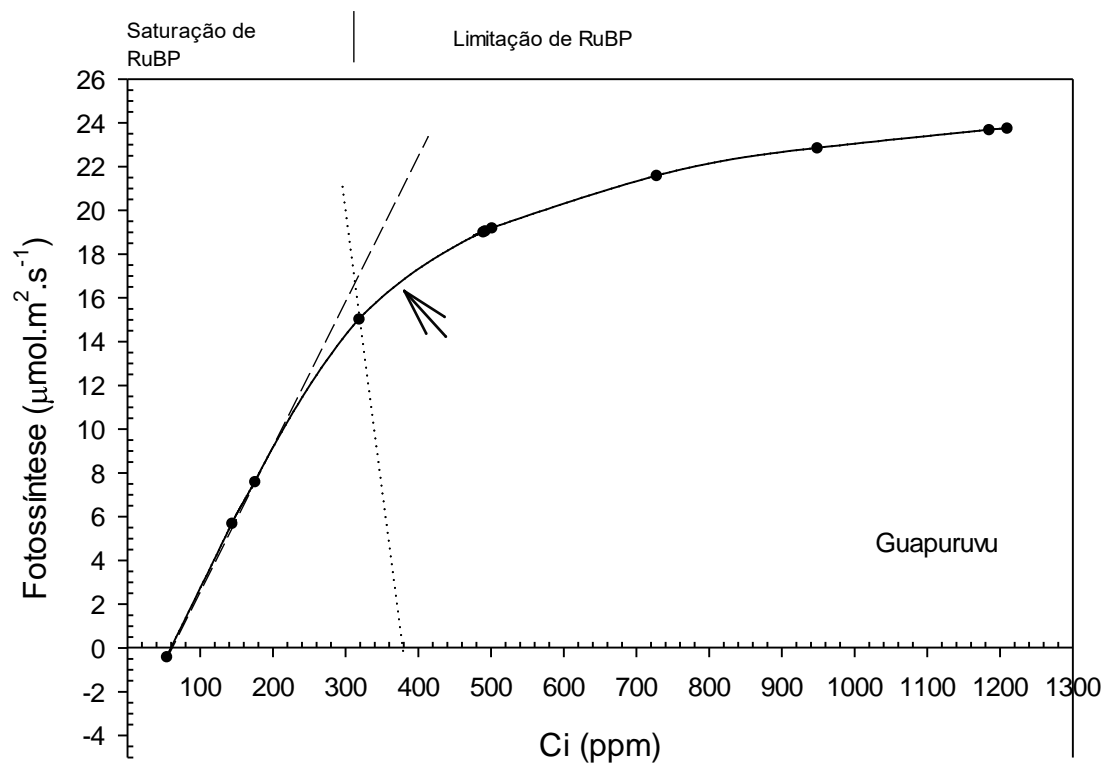


Figura 16 - Curva de resposta A/Ci para mudas de Paricá e Guapuruvu. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

CONCLUSÃO

A análise de crescimento através dos índices fisiológicos foi eficiente para identificação de diferenças no crescimento inicial de plantas de *Schizolobium*.

As características fisiológicas de trocas gasosas foram negativamente afetadas pelo estresse hídrico em ambas as variedades ao longo dos dias de estresse.

Embora as curvas de respostas à radiação e concentração de CO₂ possam servir para identificar diferenças genéticas entre variedades, às variedades de *Schizolobium* usadas neste trabalho tiveram comportamento semelhante, não servindo como parâmetro avaliativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. F; AGUIAR, A. S; ARAUCO, A. M. S; GONÇALVES, E. O; ALMEIDA, K. N. S. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, v. 5, p. 16-23, 2017.

BARBIERI JÚNIOR, D; BRAGA, L. F; ROQUE, C. G; SOUSA, M. P. Análise de crescimento de *Hymenaea courbaril* L. Sob efeito da inoculação micorrizica e adubação fosfatada. Revista de Ciências Agro-Ambientais, **Alta Floresta**, v.5, n.1, p.1-15, 2007.

BINOTTO, A. F; LÚCIO, A. D. C; LOPES, S. J. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. **Cerne**, v. 16, n. 4, p. 457-464, 2010.

CAIONE, G; LANGE, A; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, p. 213-221. 2012.

CARON, B. O; SOUZA, V. Q; CANTARELLI, E. B; MANFRON, P. A; BEHLING, A; ELOY, E. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) s. f. Blake. submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 683-689, 2010.

CARON, B. O; SOUZA, V. Q; TREVISAN, R; BEHLING, A; SCHMIDT, D; BAMBERG, R; ELOY, E. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, 2012.

CARVALHO, C.J.R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* [S. *Parahyba* var. *amazonicum*] E *Schizolobium parahyba* [*Schizolobium parahybum*] à deficiência hídrica. R. **Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.907-914, 2005.

CHAVES, J. H; REIS FERREIRA, M. D. G; NEVES LIMA, J. C; PEZZOPANE MACEDO, J. E; POLLI QUERO, H. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 333-341, 2004.

CORDEIRO, I; GAZEL FILHO, A. B; ALVARADO, J; SANTOS FILHO, B. G. Características fisiológicas de quatro procedências de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) no estágio de muda. In: **Embrapa Amapá-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 8., 2006, Cuiabá. FOREST 2006. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2006. 2015.

COSTA, G. F; MARENCO R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapaguianensis*). **Acta Amazonica**. V. 37. n. 2 pag. 229 – 234. 2007.

DUARTE, D. M; ROCHA, G. T; LIMA, F. B; MATOS, F. S; RODRIGUES, F. RESPONSES OF PARICÁ SEEDLINGS TO WATER STRESS. **Floresta**, v. 46, n. 3, p. 405-412, 2016.

ETHIER, G. J; LIVINGSTON, N. J. On the need to incorporate sensitivity to CO₂ transfer conductance into the Farquhar–von Caemmerer–Berry leaf photosynthesis model. **Plant, Cell & Environment**, v. 27, n. 2, p. 137-153, 2004.

FALESI, I. C.; GALEÃO, R. R. **Recuperação de áreas antropizadas da mesorregião nordeste paraense através de sistemas agroflorestais**. Belém: EMATER-Pará, 2002. 25 p. (EMATER-Pará. Documentos, 1).

FARQUHAR, D. D; SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. *Ann Rev. Plant Physiology* 33, 317 – 45, 1982.

FONSECA, É. D. P; VALÉRI, S. V; MIGLIORANZA, É; FONSECA, N. A. N; COUTO, L. Target seedlings of *Trema micrantha* (L.) Blume grown under different periods of shading. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GARCIA, É. A; SOUZA, J. P. Avaliação da qualidade de mudas de guapuruvu em função de diferentes aplicações de adubo fosfatado. **Tekhne e Logos**, v. 6, n. 1, p. 51-59, 2015.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: Editora UFV, 2012. 116 p.

- HUNT, R. Growth analysis, individual plants. In: THOMAS, B. et al. (Ed.). **Encyclopedia of applied plant sciences**. London: Academic, 2003. p.579-588.
- JOSE, A. C; DAVIDE, A. C; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebenthifolia* RADDI). **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 3, p. 73-86, 2009.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 2008.
- KRAMER, P. J. Problems in water relations of plants and cells. In: **International review of cytology**. Academic Press, 1983. p. 253-286.
- LIBERATO, M. A. R; GONÇALVES, J. F. C; CHEVREUIL, L. R; NINA JÚNIOR, A. R; FERNANDES, A. V; SANTOS JÚNIOR, U. M. Leaf water potential, gas exchange and chlorophyll a fluorescence in acariquara seedlings (*Minquartia guianensis* Aubl.) under water stress and recovery. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n.2, p. 315-323, 2006.
- LONG, S. P.; HÄLLGREN, J.-E. Measurement of CO₂ assimilation by plants in the field and the laboratory. In: **Photosynthesis and Production in a Changing Environment**. Springer, Dordrecht, 1993. p. 129-167.
- MANSUR, R. J. C. N; BARBOSA, D. C. A. Comportamento fisiológico em plantas jovens de quatro espécies lenhosas da caatinga submetidas a dois ciclos de estresse hídrico. **Phyton 68**: 97-106, 2000.
- MARENCO, R. A; GONÇALVES, J. F; VIEIRA, G. Leaf gas exchange and carbohydrates in tropical trees differing in successional status in two light environments in central Amazonia. **Tree Physiology**, v. 21, n. 18, p. 1311-1318, 2001.
- MARENCO, R.A; VERA, S. A. A; GOUVÊA, P. R. S; CAMARGO, M. A. B; OLIVEIRA, M. F; SANTOS, J. K. S. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 786-799, 2014.
- JUNIOR, E. C. L; ALVARENGA, A. A; CASTRO, E. M; VIEIRA, C. V; OLIVEIRA, H. M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v35, n.5, p.1092-1097, set-out, 2005.
- PEIXOTO, C. P; Cruz, T. V; Peixoto, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, vol.7, N.13; 2011.
- PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. 191p.
- RASBAND, W. S. Imagej, us national institutes of health, bethesda, maryland, usa. <http://imagej.nih.gov/ij/>, 2011.

REGO, G. M; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 53, p. 179, 2006.

REZENDE, J. O. **Recôncavo baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia: passado, presente e futuro**. Salvador: P&A, 2004. 194 p.

ROCHA, G. T; DE LIMA, F. B; RODRIGUES, F. Estresse Hídrico no Desenvolvimento de Mudanças de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke). In: **Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)(ISSN 2447-8687)**. 2017.

ROSA, L.S; VIEIRA, T. A; SANTOS, D. S; SILVA, L. C. B. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidade de semeadura. **Revista de Ciências Agrária**, Belém, n. 52, p. 87-98, 2009.

ROSSA, U. B; ANGELO, A. C; NOGUEIRA, A. C; BOGNOLA, I. A; POMIANOSKI, D. J. W; SOARES, P. R. C; BARROS, L. T. S. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 75, p. 227-234, 2013.

SANTOS LOPES, M. J; DIAS-FILHO, M. B; NETO, M. A. M; SANTOS, J. U. M; CRUZ, E. D; SILVA DIAS, H. D. S. Morphological and physiological responses to shade in seedlings of *Parkia gigantocarpa* Ducke and *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Leguminosae) Respostas morfofisiológicas em mudas de *Parkia gigantocarpa* Ducke e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Leguminosae) ao sombreamento. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 107, p. 573-580, 2015 a.

SANTOS LOPES, M. J; DIAS-FILHO, M. B; MENEZES NETO, M. A; CRUZ, E. D. Morphophysiological behavior and cambial activity in seedlings of two amazonian tree species under shade. **Journal of Botany**, v. 2015, 2015 b.

SMITH. M. A; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**. v. 98, p. 91-97, 2006.

TAIZ, L; ZEIGER, E; MOLLER, I. M; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TURCHETTO-ZOLET, A. C; CRUZ, F; VENDRAMIN, G. G; SIMON, M. F; SALGUEIRO, F; MARGIS, R; MARGIS-PINHEIRO, M. Large-scale phylogeography of the disjunct Neotropical tree species *Schizolobium parahyba* (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.65, p.174–182, 2012.

VERÍSSIMO, V; CRUZ, S. J. S; PEREIRA, L. F. M; DA SILVA, P. B; TEIXEIRA, J. D; FERREIRA, V. M; ENDRES, L. Pigmentos e eficiência fotossintética de quatro

variedades de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, n. 1, p. 222-231, 2010.

CAPITULO II

DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA EM VARIEDADES DO GÊNERO *Schizolobium* POR CARACTERES BIOMÉTRICOS E FISIOLÓGICOS

DIVERGÊNCIA FENOTÍPICA EM VARIEDADES DO GÊNERO *Schizolobium* POR CARACTERES BIOMÉTRICOS E FISIOLÓGICOS

Autora: Temile Santana da Cruz

Orientador: Ricardo Franco Cunha Moreira

Co-orientador: Manoel Teixeira de Castro Neto

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar a divergência fenotípica, por meio de caracteres biométricos e fisiológicos em variedades do gênero *Schizolobium*. O experimento foi conduzido no viveiro do área Experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB. Aos 90 dias foram mensurados os parâmetros biométricos e fisiológicos em 10 genótipos, mensurando-se: altura (ALT), diâmetro do colo (DC), números de folhas (NF), área foliar (AF) e massa seca. Taxa fotossintética líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração de CO₂ (Ci). Para a caracterização e avaliação dos genótipos foi feita análise descritiva e teste de correlação de Pearson com auxílio do programa R (R CORE TEAM, 2017), e do programa Genes (CRUZ, 2013). A análise de divergência entre os genótipos foi realizada pelos métodos de agrupamento de otimização via Tocher e hierárquico via UPGMA. A matriz de correlação de Pearson evidenciou uma correlação positiva e altamente significativa (0,86**) entre as características biométricas: massa seca do caule (MSC) e o diâmetro do Colo (DC); e massa seca da raiz e massa seca do caule (0,78**) e entre as características fisiológicas: (0,77**): transpiração (E) e a assimilação de CO₂ (A). Pelo método de otimização de Tocher, foram obtidos dois grupos, sendo o grupo 2 composto apenas por um genótipo, o guap-75 e o grupo 1 composto pelos demais. Esta análise foi concordante com o método UPGMA que também formou dois grupos, sendo o grupo 1 contendo apenas o acesso guap-75 e o grupo dois os demais acessos. A utilização de métodos diferentes não influenciou nos resultados para os caracteres biométricos. O genótipo guap-75 foi o mais divergente por apresentar maior massa seca do caule e maior massa seca da raiz dentre os demais. Na análise dos caracteres fisiológicos a formação dos grupos divergiram entre os métodos, sendo possível a formação de 5 grupos pelo método de otimização de Tocher, onde o acesso guap-01 e par-043 formaram grupos individuais com um acesso em cada grupo, e o método hierárquico UPGMA formou dois grupos, o grupo um com 3 acessos par-43, par-22 e par-54 e o grupo dois os demais acessos. Os genótipos do paricá (Pari-022, pari-043 e pari-054) tiveram uma taxa de fotossíntese um pouco maior que os acessos do guapuruvu, com valores de 13,38 mmol CO m²s⁻¹, 14,26 mmol CO m²s⁻¹, e 15,37 mmol CO m²s⁻¹, respectivamente. Os dados obtidos evidenciaram melhores resultados de assimilação de CO₂ para os genótipos de paricá no período da manhã, entretanto isso não se traduziu nos caracteres biométricos evidenciando que os genótipos de guapuruvu apresentaram melhores resultados para os caracteres biométricos, sendo esses caracteres importantes para o programa de melhoramento florestal.

Palavras – Chave: Caracterização; Diversidade; Florestal.

PHENOTYPIC DIVERGENCE IN VARIETIES OF THE GENUS SCHIZOLOBIUM BY BIOMETRIC AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERS

Autor: Temile Santana da Cruz

Orientador: Ricardo Franco Cunha Moreira

Co-orientador: Manoel Teixeira de Castro Neto

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the phenotypic divergence, by means of biometric and physiological characters in varieties of the genus *Schizolobium*. The experiment was conducted in the nursery of the Experimental area of the Federal University of Recôncavo da Bahia - UFRB. At 90 days the biometric and physiological parameters were measured in 10 genotypes, measuring: height (ALT), neck diameter (DC), leaf numbers (NF), leaf area (AF) and dry mass. Liquid photosynthetic rate (A), transpiration (E), stomatal conductance (gs) and CO₂ concentration (Ci). For the characterization and evaluation of the genotypes, a descriptive analysis and Pearson correlation test were performed with the aid of the R program (CORE TEAM, 2017) and the Genes program (CRUZ, 2013). The analysis of divergence among genotypes was performed by Tocher and hierarchical optimization clustering methods via UPGMA. The Pearson correlation matrix showed a positive and highly significant correlation (0.86 **) between the biometric characteristics: stem dry mass (MSC) and Colo diameter (DC); and root dry matter and dry mass of the stem (0.78 **) and between the physiological characteristics: (0,77 **): transpiration (E) and assimilation of CO₂ (A). By the Tocher optimization method, two groups were obtained, group 2 being composed only of one genotype, guap-75 and group 1 composed of the others. This analysis was consistent with the UPGMA method, which also formed two groups, with group 1 containing only guap-75 access and group two with the other accesses. The use of different methods did not influence the results for the biometric characters. The guap-75 genotype was the most divergent because it had a higher dry mass of the stem and a higher root dry mass among the others. In the analysis of the physiological characters, the formation of the groups diverged between the methods, being possible the formation of 5 groups by the Tocher optimization method, where guap-01 access and par-043 formed individual groups with one access in each group, and the hierarchical method UPGMA formed two groups, the one group with 3 accesses par-43, par-22 and par-54 and group two with the other accesses. The genotypes of paricá (Pari-022, pari-043 and pari-054) had a slightly higher photosynthesis rate than the guapuruvu accessions, with values of 13.38 mmol CO m²s⁻¹, 14.26 mmol CO m²s⁻¹, and 15 , 37 mmol CO m²s⁻¹, respectively. The data obtained showed better CO₂ assimilation results for paricá genotypes in the morning. However, this did not translate into biometric traits, showing that guapuruvu genotypes showed better results for biometric characters. improvement.

Key words: Description; Diversity; Forestry.

INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Schizolobium* apresentam rápido crescimento, boa adaptabilidade e grande potencial de produção. Essas razões têm aumentado seu emprego em recomposição de áreas degradadas, reflorestamento e sistemas agroflorestais (FILHO *et al.*, 2007). Em 1996, Barneby dividiu a espécie em duas variedades: *S. parahyba* var. *parahyba* conhecido como Guapuruvu e *S. parahyba* var. *amazonicum* popularmente conhecido como Paricá (CARVALHO, 1994).

São variedades que podem ser cultivadas como alternativas ao monocultivo, como o do eucalipto, pois, além de não causarem competição com outras espécies, podem ser utilizadas em formações homogêneas e consórcios, sendo indicadas para plantios comerciais, sistemas agroflorestais e reflorestamento de áreas degradadas, devido ao seu rápido crescimento e ao bom desempenho tanto em formações homogêneas como florestais (CARVALHO, 2007).

O Paricá é caracterizado como uma espécie pioneira de ocorrência na Amazônia, em floresta primária e principalmente nas florestas secundárias de terra firme e várzea alta (DUCKE, 1949). O potencial silvicultural e tecnológico apresentado pelo Paricá demonstrou no decorrer dos últimos anos, a viabilidade dessa espécie para o reflorestamento nas Regiões Norte e parte Nordeste do país (VIDAURRE, 2012). Estrategicamente, a sustentabilidade das florestas combina a conservação da biodiversidade com interesses econômicos e fins sociais (FREITAS *et al.*, 2005).

No Pará, existe uma extensa área de cultivo do Paricá. O plantio em escala comercial em Dom Eliseu (PA) teve início no final de 1993, economicamente o paricá despontou no cenário nacional como a terceira espécie florestal mais plantada no Brasil, conquistando o mercado nacional e externo devido a excelente madeira (JESUS, 2013).

Um dos principais requisitos das florestas plantadas para atender a demanda do mercado é possuir rápido crescimento, alta densidade, boa produtividade e massa específica da madeira (BRAND, 2010). De acordo com Urbinati (2013) dado a uma combinação de fatores, o Paricá tem despertado o interesse de silvicultores e empresários do ramo madeireiro por possuir excelente qualidade da madeira para produção de laminados, ter qualidade superior às espécies tradicionalmente usadas na indústria de compensados, valor comercial, rápido crescimento e o bom incremento volumétrico. São estes alguns dos fatores que vem contribuindo para o significativo aumento nas áreas plantadas no país (JESUS, 2013).

O Guapuruvu também possui ampla utilização da madeira e apresenta potencial de mercado. Freire *et al.* (2007) estudando populações de Guapuruvu, observaram altos níveis de diversidade genética para a espécie. Esses mesmos autores discutem que as populações avaliadas apresentaram um alto nível de polimorfismo e de diversidade gênica, sugerindo que as populações têm potencial para programas de conservação genética.

Apesar da grande utilização desta espécie ainda são escassos estudos relacionados ao conhecimento da variabilidade genética, sendo a maioria dos estudos destinados à abordagem madeireira e concentrado na variabilidade entre procedências (CORDEIRO, 2006; FILHO, 2007; FREIRE, 2007; ROCHA, 2009; OHASHI, 2010; CHINELATO, 2014).

Conforme Chinelato (2014), a obtenção de estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos é fundamental para orientar futuros trabalhos de melhoramento, especialmente no caso de espécies arbóreas.

Assim, a divergência genética está relacionada ao grau de distanciamento entre genótipos ou populações (CRUZ *et al.*, 2014) devido as barreiras que restringem o fluxo gênico, causando o acúmulo gradual de diferenças genéticas entre as populações (VEKEMANS; HARDY, 2004). A diversidade genética pode ser definida como a variação de sequências genômicas nos indivíduos de uma mesma espécie (HARTL; CLARK, 2010).

O processo inicial de avaliação da diversidade genética visa à identificação de genitores adequados à obtenção de híbridos com maior efeito heterótico. Entre os métodos preditivos da heterose citam-se aqueles que tomam por base as diferenças morfológicas, fisiológicas ou moleculares, quantificando-as em alguma medida de dissimilaridade que expressa o grau de diversidade genética entre os genitores (CRUZ *et al.*, 2008).

As medidas definem critérios para avaliar se dois indivíduos estão próximos ou distantes, e distinguir se podem ou não fazer parte de um mesmo grupo (FERREIRA, 2011). Desta forma, a análise de agrupamento reúne os grupos de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (ARRIEL, 2004).

Os métodos de agrupamentos mais utilizados na determinação da divergência genética quantitativa são os hierárquicos e os de otimização. O Método UPGMA (Método de ligação média entre grupos) é um tipo de método hierárquico onde a matriz de distâncias é utilizada calculando-se a média das distâncias entre os indivíduos de dois grupos, os genótipos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja estabelecido o diagrama de árvore. O maior interesse está na “árvore” e nas suas ramificações e não no número ótimo de grupos (CRUZ *et al.*, 2014).

Dos métodos de otimização, o método de Tocher é o mais utilizado. Conforme Vasconcelos (2007) este método adota um critério de agrupamento que apresenta a distância média intragrupo menor que a distância média intergrupo. Segundo o autor, dado à influência das distâncias dos indivíduos agrupados anteriormente, esse método apresenta comumente, a formação de um grupo com um único indivíduo em casos de indivíduos com grande dissimilaridade. Hair *et al.* (2009) recomendam aplicar mais de um método sobre o mesmo conjunto de dados e comparar os grupos formados. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a divergência fenotípica, por meio de caracteres biométricos e fisiológicos em variedades do gênero *Schizolobium*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento ocorreu em viveiro da Área Experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, situado nas coordenadas geográficas 40° 39' de latitude Sul e 39° 06' 23" de longitude oeste de Greenwich e a 220 m acima do nível do mar. A temperatura média anual é de 24,5 °C, precipitação média anual de 1.224 mm e umidade relativa média do ar de 82%. O clima da região é seco e subúmido (REZENDE, 2004).

Foram selecionadas por uniformidade de tamanho 50 sementes de Guapuruvu e de Paricá, que foram submetidas à superação de dormência por escarificação mecânica (fricção manual da semente nos dois lados acima da radícula em lixa de ferro nº 60). Após escarificação as sementes foram embebidas em água por 24 horas (CARVALHO, 1994). Em seguida foi realizada a semeadura de uma semente por saco de polietileno, com tamanho de 24 cm de altura e 12 cm de diâmetro, contendo como substrato uma mistura de solo e adubo (esterco bovino) na proporção 2:1. A irrigação manual foi realizada uma vez ao dia e quando necessário, duas vezes (manhã/tarde) durante 90 dias. O delineamento utilizado foi DIC (delineamento inteiramente casualizado) com 2 tratamentos e 50 repetições.

Aos 90 dias foram selecionados ao acaso dez genótipos: 5 de Guapuruvu e 5 de paricá e determinadas: altura (ALT), diâmetro do colo (DC), números de folhas (NF), área foliar (AF) e massa seca. A ALT foi obtida com régua graduada, na qual, mensurou-se a distância compreendida entre a superfície do substrato e o ápice da planta. O DC foi medido com paquímetro na superfície do substrato. O NF foi obtido pela contagem direta do número de folíolos, a área foliar foi obtida por escâner de todos os folíolos (HP scanjet 8300®), em formato tiff com 200 dpi e, processadas no software ImageJ® (RASBAND, 2011). Após mensurações, todo o material foi colocado em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C até completa secagem e em seguida pesadas em balança analítica.

Com o auxílio de um analisador infravermelho de gases portátil (LcPro+, ADC, UK.) foram mensurados os caracteres fisiológicos: taxa fotossintética líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (g_s) e concentração de CO_2 (C_i), mensuradas nos folíolos totalmente expandidos da folha madura mais recente. Oito dias antes de iniciar as avaliações procedeu-se uma adubação química nas folhas com N sol. H_2O 14% (189 g/l), P_2O_5 sol. H_2O 7% (94,5g/l), sendo 3% na forma de fosfito, K_2O sol. H_2O 5% (67, 5g/l), Mg sol. H_2O 1,5% (20,25g/l), B sol. H_2O 0,1% (1,35g/l), Mn sol. H_2O 1,5 (20,25g/l), Mo sol. H_2O 0,05% (0,675 g/l), Zn sol. H_2O 2% (27g/l). Todas as avaliações foram realizadas às 8h, as leituras registradas após os valores de A e g_s estabilizarem e quando o coeficiente de variação, medido pelo LcPro+, era menor que 1,0.

Para a caracterização e avaliação dos genótipos, foram utilizados 11 descritores quantitativos, sendo 4 fisiológicos e 7 biométricos. Foi feita análise descritiva e teste de correlação de Pearson. A análise de divergência entre os genótipos foi realizada pelos métodos de agrupamento de otimização via Tocher (RAO, 1952) e hierárquico via UPGMA.

Os parâmetros quantitativos (biométricos e fisiológicos) foram analisados isoladamente e em conjunto, com o emprego da distância Euclidiana como medida de dissimilaridade. A consistência dos agrupamentos pelo método hierárquico foi verificada por meio do coeficiente de correlação cofenética (CCC). Todas as análises genético-estatísticas foram realizadas com auxílio do programa R (R CORE TEAM, 2017), exceto o agrupamento pelo método de otimização de Tocher o qual foi obtido pelo programa Genes (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação às variáveis quantitativas a Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas com as amplitudes dos valores de todas as variáveis. Observou-se que os coeficientes de variação oscilaram entre 5,23 (DC) e 31,74 (MSR), as maiores médias foram para área foliar (1281,51), pois, inicialmente a planta destina os fotoassimilados produzidos à formação de estruturas da parte aérea visando aumentar a área foliar.

No entanto, a partir de determinado momento, a tendência é que a maior parte dos fotoassimilados produzidos seja destinada a outras estruturas (SILVA TEÓFILO *et al.*, 2009). A área foliar é uma variável de extrema relevância que influencia na produtividade vegetal porque determina a interceptação de luz (COSTA; MARENCO, 2007). Desta maneira, para que ocorra crescimento em altura e diâmetro do colo, a existência de grande área foliar é fundamental, pois esta influenciará diretamente sobre a fotossíntese e conseqüentemente sobre o desenvolvimento da planta (FRIGOTTO, 2015).

Observou-se ainda que, para o teste de normalidade, os resultados indicam que todas as variáveis foram não significativas e, portanto, seguem distribuição normal, pelo teste de Shapiro-Wilks a 5% de significância. Sendo assim, calculou-se a correlação de Pearson (Tabela 2).

Tabela 1 – Estatística descritiva e teste de normalidade de Shapiro-Wilks (W) para as variáveis biométricas e fisiológicas de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba*. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV (%)	W
A	8,77	15,37	11,28	2,46	21,79	0,87 ^{ns}
Ci	228,00	344,25	280,70	35,44	12,62	0,97 ^{ns}
E	2,12	4,00	2,80	0,57	20,38	0,92 ^{ns}
Gs	0,13	0,33	0,26	0,07	26,01	0,87 ^{ns}
AF	690,92	1762,56	1281,51	367,22	28,65	0,93 ^{ns}
APA	36,50	54,30	47,78	5,78	12,09	0,91 ^{ns}
DC	9,51	11,24	10,22	0,54	5,23	0,92 ^{ns}
MSC	6,00	15,80	9,24	2,91	31,52	0,85 ^{ns}
MSF	3,70	7,50	5,74	1,22	21,34	0,97 ^{ns}
MSR	1,30	4,40	2,58	0,82	31,74	0,91 ^{ns}
NF	32,00	52,00	39,70	5,66	14,25	0,94 ^{ns}

Variáveis: taxa fotossintética líquida (A), concentração de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), altura da parte aérea (APA), diâmetro do colo (DC), Massa seca do caule (MSC), Massa seca da folha (MSF) Massa seca da raiz (MSR) e números de folhas (NF), área foliar (AF).

A matriz de correlação (Tabela 2) evidenciou uma correlação positiva e altamente significativa (0,86**) entre características biométricas da massa seca do caule (MSC) e o diâmetro do Colo (DC), o diâmetro do caule constitui um dos melhores indicadores do padrão de qualidade de mudas.

As mudas devem possuir um diâmetro de colo mínimo, de acordo com a espécie e que seja compatível com sua altura, para que seu desempenho no campo corresponda às expectativas, já que o incremento inicial e sobrevivência são fortemente correlacionados com diâmetro no momento do plantio (FRIGOTTO, 2015).

Houve correlação forte entre as características fisiológicas (0,77**): transpiração (E) e a assimilação de CO₂ (A), o que se justifica, pois, para que ocorra assimilação de CO₂ é preciso que haja a abertura dos estômatos e, desta forma, a transpiração será maior, conseqüentemente havendo o processo de perda de água por transpiração (PIMENTEL, 2004).

Ocorreu uma correlação positiva e significativa entre área foliar e a massa seca da área (0,65*). Conforme Smith (2006), a planta faz o equilíbrio entre a necessidade de conservar água e assimilar CO₂ atmosférico, estabelecendo com que a área foliar desempenhe papel importante na difusão do dióxido de carbono e no vapor de água entre os estômatos. Desta forma, a transpiração e a fotossíntese, com a conseqüente acumulação de massa seca, estão relacionadas às trocas gasosas entre os estômatos e a atmosfera.

Houve correlação altamente significativa entre massa seca da raiz e massa seca do caule (0,78**), esse tipo de correlação é relevante indicando um equilíbrio entre a parte aérea e a raiz. Isso evitará futuros tombamentos, assim como também mudas com o sistema radicular bem desenvolvido têm maiores chances de sobrevivência no campo, especialmente, sob limitação de água (LIMA, 2008).

Tabela 2 - Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis biométricas e fisiológicas de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba*. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Variáveis	A	AF	ALT	Ci	DC	E	gs	MSC	MSF	MSR
AF	0,37 ^{ns}									
ALT	0,22 ^{ns}	0,50 ^{ns}								
Ci	-0,26 ^{ns}	-0,47 ^{ns}	-0,55 ^{ns}							
DC	-0,32 ^{ns}	-0,67*	-0,41 ^{ns}	0,41 ^{ns}						
E	0,77**	0,43 ^{ns}	0,38 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	-0,50 ^{ns}					
Gs	0,58 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,33 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,29 ^{ns}				
MSC	-0,26 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,86**	-0,32 ^{ns}	0,25 ^{ns}			
MSF	0,36 ^{ns}	0,65*	0,37 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,25 ^{ns}		
MSR	-0,06 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,78**	0,23 ^{ns}	
NF	0,00 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,18 ^{ns}

ns = não significativo; *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); e **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), pelo teste t. Variáveis: taxa fotossintética líquida (A), concentração de CO₂ (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), altura da parte aérea (APA), diâmetro do colo (DC), Massa seca do caule (MSC), Massa seca da folha (MSF) Massa seca da raiz (MSR) e números de folhas (NF), área foliar (AF).

Na análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher, foram obtidos dois grupos (Tabela 3) sendo o grupo 2 composto apenas por um genótipo, o guap-75 e o grupo 1 composto pelos demais. Esta análise foi concordante com o método UPGMA (Figura 1) que também formou dois grupos, sendo o grupo 1 contendo apenas o acesso guap-75 e o grupo dois os demais acessos.

A utilização de métodos diferentes não influenciou nos resultados para os caracteres biométricos. Geralmente, grupos constituídos por grande número de acessos reúnem pares que apresentam menores distâncias, uma vez que o tamanho do grupo é delimitado por uma distância média entre os pares de indivíduos (GOMES FILHO *et al.*, 2010).

A matriz de dissimilaridade (Tabela 4) apontou uma divergência de magnitude 8,13 entre o acesso guap -75 e guap – 12. O acesso guap-12 apresentou a menor massa seca do caule e da raiz dentre os genótipos avaliados.

Conforme Pessanha (2011), o grupo constituído por apenas um indivíduo mostra que tal acesso é mais divergente em relação aos demais. Dessa forma, como pôde ser observado neste trabalho, o genótipo guap-75 foi o mais divergente por apresentar maior massa seca do caule e maior massa seca da raiz dentre os demais.

Filho *et al.* (2007) estudando mudas de diferentes procedências de Paricá, também encontraram diferenças significativas na variável massa seca do caule entre as mudas aos 90 dias, entretanto, os valores encontrados nesse trabalho foram superiores para as duas variedades com média de 9,24 e o autor obteve médias de 4,84, o que confirma as variações existentes dentro do gênero, que pode ser de ordem genética ou resultante de interações com o ambiente.

Ainda de acordo com Filho *et al.* (2007), são necessários estudos em campo com mudas que apresentam essas diferenças, a fim de verificar se essas modificações permanecem na fase adulta sendo este um passo importante para a domesticação e utilização para plantios comerciais.

Gomes Filho *et al.* (2010) encontraram resultados semelhantes comparando o método de agrupamento UPGMA e o método de Tocher avaliando acessos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). O coeficiente de correlação cofenético (CCC) foi igual a 0,95**, sendo altamente significativo, o que indica bom ajuste entre a matriz de dissimilaridade e a representação gráfica obtida. Para Bussab *et al.* (1990) são aceitáveis valores de coeficiente de correlação cofenético a partir de 0,80** para as análises de agrupamento.

Entretanto, Rohlf e Fisher (1968), salientam que para ser considerados como bons resultados, os coeficientes devem apresentar valores superiores a 0,91**.

Logo, se pode afirmar que o resultado obtido pelo CCC para as variáveis biométricas avaliadas foram satisfatórios. Contudo, sabe-se que existem outros fatores que também podem influenciar nos valores dos coeficientes, como: tipo, quantidade das variáveis e a qualidade dos dados obtidos (SANTOS, 2010).

Tabela 3- Agrupamento de 10 acessos de *S. parahyba* Var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* pelo método de otimização de Tocher baseado na matriz de dissimilaridade obtida pela distância euclidiana com os dados biométricos. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Grupo	Acessos				
1	Guap-23	Par-054	Par-043	Par-001	Par-022
	Par-065	Guap-01	Guap-12	Guap-44	
2	Guap-75				

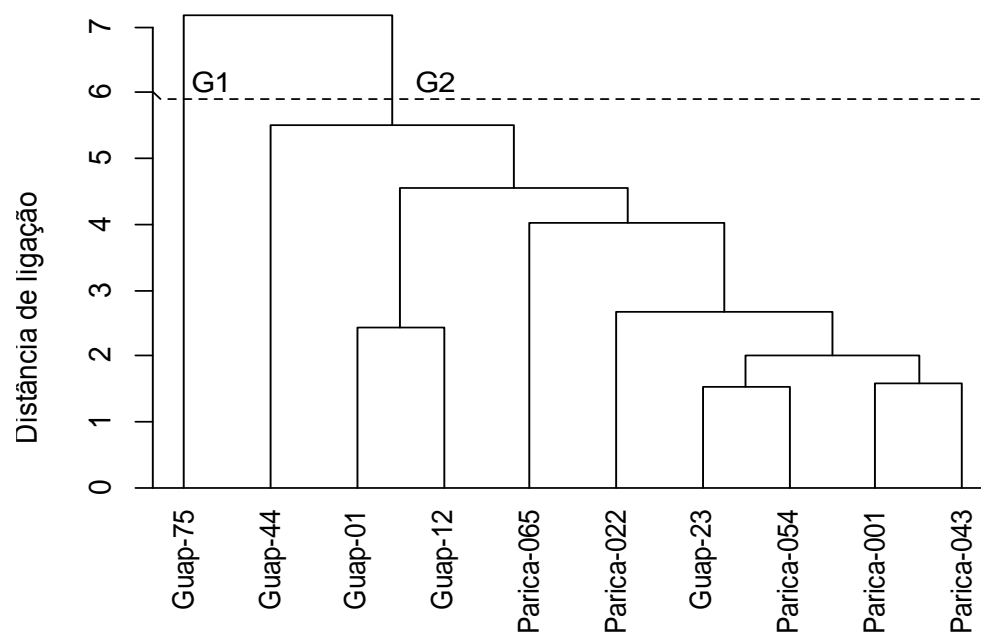


Figura 1 - Dendrograma representativo da divergência genética entre os 10 acessos de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* baseado na distância euclidiana com os dados biométricos. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Tabela 4- Matriz de Dissimilaridade genética entre os 10 acessos de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* baseado na distância euclidiana com os dados biométricos. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Acessos	Gua-01	Gua-12	Gua-23	Gua-44	Gua-75	Par-001	Par-022	Par-043	Par-054
Gua-12	2,44								
Gua-23	3,71	4,28							
Gua-44	5,8	6,04	5,44						
Gua-75	6,6	8,13	7,65	6,2					
Par-001	4,77	5,43	2,24	4,18	6,85				
Par-022	3,95	5,14	2,24	6,16	7,13	3,42			

Par-043	4,34	4,87	1,88	4,88	6,84	1,58	2,55		
Par-054	4,53	5,43	1,54	5,55	7,52	1,88	2,5	2,09	
Par-065	3,43	4,76	3,77	5,98	7,63	4,79	2,88	4,43	4,29

Com base nos dados fisiológicos a formação dos grupos divergiram entre os métodos, sendo possível a formação de 5 grupos (Tabela 5) pelo método de otimização de Tocher, onde o acesso guap-01 e par-043 formaram grupos individuais com um acesso em cada grupo, e o método hierárquico UPGMA formou dois grupos, o grupo um com 3 acessos par-43, par-22 e par-54 e o grupo dois com os demais acessos (Figura 2). O CCC foi igual a 0,82**, que é considerado por alguns autores como consistente (BUSSAB, 1990).

A matriz de dissimilaridade dos dados fisiológicos (Tabela 6) evidenciou uma distância de 5,91 entre os acessos pari-001 e pari-54. O genótipo pari-54 apresentou a maior taxa fotossintética dentre todos os genótipos. O genótipo par-001 apresentou taxa fotossintética bem menor que todos os outros genótipos (8,77 mmol CO m²s⁻¹), o que não foi influenciado pela luminosidade uma vez que, no momento da medição, o nível de luminosidade foi praticamente igual entre os genótipos. No entanto, a baixa fotossíntese do genótipo não interferiu nos parâmetros de crescimento que não se mostraram divergentes, pois embora sejam valores menores quando comparados aos outros genótipos avaliados, esse valor é comum para o paricá e concordante com o trabalho de Cordeiro (2006) que encontrou oscilação de 8,85 mmol CO m²s⁻¹ a 10,45 mmol CO m²s⁻¹ avaliando caracteres fisiológicos de mudas de paricá de diferentes procedências.

Conforme Cordeiro (2006), informações que têm relações com a fase vegetativa podem ser um importante indicador sobre o desempenho e exigência das plantas, por isso o ideal é analisar o desempenho fotossintético levando em consideração aspectos fisiológicos associados a outros parâmetros.

Os genótipos do Paricá (Pari-022, pari-043 e pari-054) tiveram uma taxa de fotossíntese um pouco maior que os genótipos do Guapuruvu no período de avaliação pela manhã, com valores de 13,38 mmol CO m²s⁻¹, 14,26 mmol CO m²s⁻¹, e 15,37 mmol CO m²s⁻¹, respectivamente, o que possivelmente justifica a dinâmica de agrupamento dos dados fisiológicos no método UPGMA e o método Tocher com os genótipos Pari-022 e Pari-054 formando um grupo.

O interessante a se observar nos agrupamentos separados em biométricos e fisiológicos, é que nos agrupamentos fisiológicos os genótipos de Paricá formaram grupos separados dos genótipos de Guapuruvu, fator diferente dos agrupamentos biométricos, onde os acessos das duas variedades compartilharam um mesmo grupo, o que evidencia que fisiologicamente o Paricá e o Guapuruvu se distinguem mesmo que seja uma pequena variação. Entretanto, foi possível observar que mesmo com alguns genótipos de Paricá possuindo uma taxa fotossintética um pouco maior, quando comparado aos parâmetros biométricos o Guapuruvu apresenta melhor desempenho, de modo que o Paricá obteve apenas uma maior área foliar, mas de uma forma geral as demais variáveis de crescimento foram mais expressivas no Guapuruvu.

De acordo com Marengo e Lopes (2005) isso se explica porque a taxa de crescimento de uma espécie é determinada não apenas pela capacidade de assimilação de carbono, mas por uma série de outros fatores como a taxa de respiração, a eficiência na translocação de assimilados e a superfície foliar da planta, que interagem de forma complexa, e cujo resultado final é o acúmulo de biomassa. A dinâmica de crescimento das plantas aumenta a partir de mecanismos endógenos e também do impacto exógeno. Desta forma, a eficiência de uma planta só pode ser definida adequadamente dentro de um ambiente espacial e temporal (SCHURR, 2006).

Neste trabalho os genótipos de Guapuruvu apresentaram melhores resultados para o diâmetro, e massa seca do caule. A produção de matéria seca tem sido considerada um dos melhores parâmetros para caracterizar a qualidade de mudas (ELOY, 2013). Segundo Fonseca *et al.* (2002) os atributos morfológicos mais importantes na classificação de qualidade de mudas florestais são: altura, massa seca da parte aérea, diâmetro do coleto e massa seca do sistema radicular. Entretanto, nenhum atributo deve ser usado como critério único para determinar qualidade de muda, pois há dependência entre os atributos mencionados (OMAR, 2005).

Tabela 5- Agrupamento de 10 genótipos de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* pelo método de otimização de Tocher baseado na matriz de dissimilaridade obtida pela distância euclidiana com os dados fisiológicos. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Grupos	Acessos			
1	Guap-23	Guap-75	Guap-12	Guap-44
2	Paricá-022	Paricá-054		
3	Paricá-001	Paricá-065		
4	Paricá-043			
5	Guap-01			

Tabela 6 - Matriz de Dissimilaridade genética entre os 10 genótipos de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* baseado na distância euclidiana com os dados fisiológicos. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Acessos	Gua-01	Gua-12	Gua-23	Gua-44	Gua-75	Par001	Par-022	Par-043	Par-054
Gua-12	2.98								
Gua-23	2.26	1.39							
Gua-44	2.38	1.74	1.95						
Gua-75	2.51	0.91	0.50	1.84					
Par-001	4.72	1.88	3.20	3.23	2.7				
Par-022	3.51	3.01	2.91	3.43	2.93	4.1			
Par-043	4.38	4.01	3.94	3.65	3.99	5.05	2.15		
Par-054	4.67	4.83	4.49	5.03	4.62	5.91	1.85	2.52	
Par-065	5.79	3.06	4.15	4.38	3.73	1.9	3.85	4.71	5.38

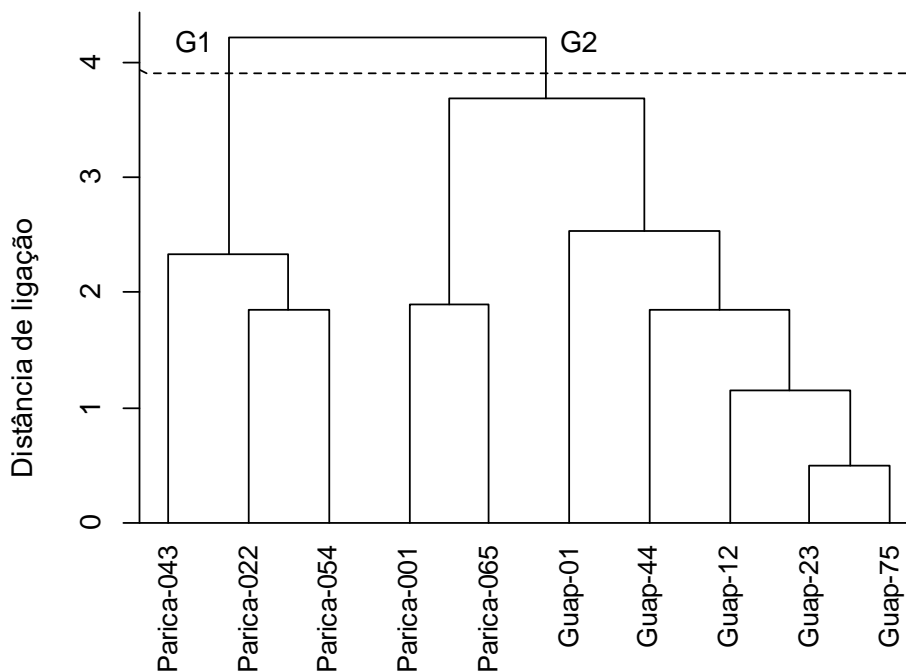


Figura 2 - Dendrograma representativo da divergência genética entre os 10 genótipos de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* baseado na distância euclidiana com os dados fisiológicos. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

A análise simultânea de dados quantitativos de natureza biométrica e fisiológica foi concordante pelos dois métodos formando dois grupos: um com o guap-75 apresentando um grupo isolado e o segundo com os demais acessos (Tabela 8 e Figura 3). Avaliar os dados de natureza diferente de forma isolada permite melhor visualização da contribuição das características. A correlação de Pearson das variáveis avaliadas forneceram evidências da importância da análise em separado e em seguida em conjunto, pois foi possível observar que as características biométricas são relacionadas entre si, assim como as características fisiológicas.

Estes resultados foram observados também por Domiciano (2015) avaliando a diversidade em macaúba por caracteres morfológicos e fisiológicos. De acordo com o autor, se a correlação se mantém ao longo dos anos, há a possibilidade de se realizar a seleção indireta para algumas características. A avaliação posterior de todos os dados e a união em uma figura resulta em mais consistência na interpretação sendo uma alternativa viável e uma ferramenta importante para o conhecimento da divergência.

Tabela 7 - Matriz de Dissimilaridade genética entre os 10 genótipos de *S. parahyba* var. *amazonicum* e de *S. parahyba* var. *parahyba* baseado na distância euclidiana com análise conjunta dos dados biométricos e fisiológicos. UFRB, Cruz das Almas, BA. 2018.

Acessos	Gua-01	Gua-12	Gua-23	Gua-44	Guap-75	Par-001	Par-022	Par-043	Par-054
Gua-12	3.85								
Gua-23	4.35	4.5							

assimilação de CO₂ para os genótipos de Paricá no período da manhã, entretanto isso não se traduziu nos caracteres biométricos evidenciando que os genótipos de Guapuruvu apresentam melhores resultados para os caracteres biométricos, sendo esses caracteres importantes para o programa de melhoramento florestal.

REFERÊNCIAS

- ARRIEL, E. F; PAULA, R. C; BAKKE, O. A; ARRIEL, N. H. C. Divergência genética em *Cnidocolus phyllacanthus* (Mart.) Pax. et K. Hoffm., **Revista de oleaginosas e fibrosas**, v. 8, n. 2/3, p. 813-822, 2004.
- BRAND, M. A. Energia de biomassa florestal. **Editora Interciência**, 2010.
- BUSSAB, W. O; MIAZAKI, E. S; ANDRADE, D. F. Introdução à Análise de Agrupamentos. In: 9º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. Associação **Brasileira de Estatística**, 105p. 1990.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: **Embrapa - CNPF**, 1994. 640 p.
- CARVALHO, P. E. R. *Paricá – Schizolobium amazonicum*. Colombo: **Embrapa Floresta**, (Circular Técnica 142). 2007. 8p.
- CHINELATO, F. C. S; MORAES, C. B; CARIGNATO, A; TAMBARUSSI E. V; ZIMBACK, L; PALOMINO, E. C; MORI, E. S. Variabilidade genética em progênies de guapuruvu *Schizolobium parahyba*. **Scientia Agropecuaria**, v. 5, n. 2, p. 71 – 76. 2014.
- CORDEIRO, I. M. C. C; GAZEL FILHO, A. B; ALVARADO, J. R; SANTOS FILHO, B. G. Características fisiológicas de quatro procedências de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) no estágio de muda. In: Embrapa Amapá-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS**, 8., 2006, Cuiabá. FOREST 2006. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2006.
- COSTA, G. F; MARENCO R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapaguianensis*). **Acta Amazonica**. V. 37. n. 2 pag., 229 – 234. 2007.
- CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- CRUZ, C. D; CARNEIRO, P.C.S; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa: **Editora UFV**, v.2, 668p., 2014.
- CRUZ, C. D; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. 1ª Ed. Viçosa: **editora UFV**, 2008.

DOMICIANO, G. P; ALVES, A. A; LAVIOLA, B. G. Parâmetros genéticos e diversidade em progênies de Macaúba com base em características morfológicas e fisiológicas. **Ciência Rural**, v. 45, n. 9, p. 1599-1605, 2015.

DUCKE, A. As leguminosas da Amazônia brasileira: notas sobre a flora neotrópica - II. Belém: **Instituto Agrônomo do Norte**, 1949. 248 p. (Boletim Técnico, 18).

ELOY, E; CARON, B. O; SCHMIDT, D; BEHLING, A; SCHWERS, L; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 373-384, 2013.

FERREIRA, D. F. Estatística multivariada. 2. ed. rev. ampl. Lavras: **Ed. UFLA**, 676p. 2011.

FILHO, A. B. G; CORDEIRO, I. M. C. C; ALVARADO, J. R; FILHO, B. G. S. Produção de Biomassa em Quatro Procedências de Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby no Estádio de Muda. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1047-1049, jul. 2007.

FONSECA, É. D. P; VALÉRI, S. V; MIGLIORANZA, É; FONSECA, N. A. N; COUTO, L. Target seedlings of *Trema micrantha* (L.) Blume grown under different periods of shading. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FREIRE, J. M; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M; LIMA, E. R; SODRÉ, S. R. C; CORRÊA, R. X. Estrutura genética de populações de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu) por meio de marcadores RAPD. **Scientia Forestalis**. n. 74, p. 27-35, junho 2007.

FREITAS, M. L. M; AUKAR, A. P. A; SEBBENN, A. M; MORAES, M. L. T; LEMOS, E. G. M. Variabilidade genética intrapopulacional em *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. por marcador AFLP, **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 21-28, 2005.

FRIGOTTO, T; BRUN, E. J; MEZZALIRA, C. C; NAVROSKI, M. C; BIZ, S; RIBEIRO, R. R. Desenvolvimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke em diferentes ambientes em viveiro. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal-ENFLO**, v. 3, n. 1, p. 9-17, 2015.

GOMES FILHO, A; OLIVEIRA, J. G; VIANA, A. P; SIQUEIRA, A. P. O; PEREIRA, M. G. O. M. G. Marcadores moleculares RAPD e descritores morfológicos na avaliação da diversidade genética de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) **Acta Scientiarum**. Agronomy. Maringá, v. 32, n. 4, p. 627-633, 2010.

HAIR, J. F; BLACK, W. C; BABIN, B. J; ANDERSON, R. E; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Bookman Editora, 2009.

HARTL, D. L; CLARK, A. G. **Princípios de Genética de Populações**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 660 p.

JESUS, M. S. Paricá, espécie de potencial madeireiro. **Painel Florestal**. Maio de 2013. Disponível em: <<http://www.painelflorestal.com.br/blogs/minuto-florestal/parica-especie-potencial-madeireiro>>. Acesso em: 20/12/2017.

LIMA, J.D; SILVA, B. M. S; MORAES, W. S; DANTAS, V. A. V; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta amazônica**, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

MARENCO, R. A; LOPES, N. F. Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. **Editora UFV**. Viçosa, MG. 2005, 451p.

OHASHI, S. T; YARED, J. A. G; NETO, J. T. F. Variabilidade entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares – Pará. **Acta Amazônica**. vol.40. n.1. 2010.

OMAR, D. Indicadores de qualidade de mudas. **Tese (doutorado)**, Capítulo III. Dourados, 2005. Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Agronomia, Santa Maria, p.1-4, 2005.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. Seropédica: **Edur**, 2004. 191p.

PESSANHA, P. G. O; VIANA, A. P; JÚNIOR, A. T. A; SOUZA, R. M; TEIXEIRA, M. C; PEREIRA, M. G. AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA EM ACESSOS DE *Psidium* spp. VIA MARCADORES RAPD. **Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal** - SP, v. 33, n. 1, p. 129-136. 2011.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2017. Disponível em: <http://www.R-project.org/>

RAO, R. C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Wiley and Sons, 390p. 1952.

RASBAND, W. S. Imagej, us national institutes of health, bethesda, maryland, usa. **<http://imagej.nih.gov/ij/>**, 2011.

REZENDE, J. O. Recôncavo baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia: **passado, presente e futuro**. Salvador: P&A, 2004. 194 p.

ROCHA, R. B; VIEIRA, A. H; GAMA, M. M. B; ROSSI, L. M. B. Avaliação genética de procedências de bandarria (*Schizolobium amazonicum*) utilizando REML/BLUP (Máxima verosimilhança restrita/Melhor predição linear não viciada. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.37, n.84, 2009.

ROHLF, F. J; FISHER D. L. Test for hierarchical structure in random data sets. **Systematic Zoology**, v.17, p. 407 - 412. 1968.

SANTOS, D. B. Procedimentos Multivariados no Agrupamento de Genótipos de Maracujazeiro com Base em Matriz de Distância Conjunta e em Separado para Características Quantitativas e Categóricas. **Dissertação de Mestrado** em Ciências

Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, Brasil. Maio, 2010.

SCHURR, U; WALTER, A; RASCHER, U. Functional dynamics of plant growth and photosynthesis—from steady-state to dynamics—from homogeneity to heterogeneity. **Plant, Cell & Environment**, v. 29, n. 3, p. 340-352, 2006.

SILVA TEÓFILO, T. M. D; LOPES, F. F. C; NEGREIROS, M. Z. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, 2009.

SMITH. M. A; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**. v. 98, p. 91-97, 2006.

URBINATI, C. V. L. Influência das características anatômicas em juntas coladas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby (*paricá*) – **Tese de doutorado**, UFLA, Lavras : 2013. 161 p.

VASCONCELOS, E. S; CRUZ, C. D; BHERING, L. L; RESENDE JÚNIOR, M. F. R. Método alternativo para análise de agrupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.42, n.10, p.1421-1428, 2007.

VEKEMANS, X; HARDY, O. J. New insights from fine-scale spatial genetic structure analyses in plant populations. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 13, p. 921-935, 2004.

VIDAURRE, G. B; CARNEIRO, A. C. O; VITAL, B. R; SANTOS, R. C; VALLE, M.L.A. Propriedades energéticas da madeira e do carvão de paricá (*Schizolobium amazonicum*). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36 n. 2, p. 365-371, 2012.