

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES
MALDONADO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE
PLANTAS**

MAICON DE SOUZA PECEGUEIRO

Pré-melhoramento de pau de balsa para a produção de madeira

**ALTA FLORESTA
MATO GROSSO – BRASIL
MARÇO-2021**

MAICON DE SOUZA PECEGUEIRO

Pré-melhoramento de pau de balsa para a produção de madeira

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO Carlos Alberto Reyes Maldonado, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção de título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Isane Vera Karsburg

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Maurecilne Lemes da Silva Carvalho

ALTA FLORESTA
MATO GROSSO – BRASIL
MARÇO-2021

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

P364p Pecegueiro, Maicon de Souza.

Pré-melhoramento de Pau de Balsa para a produção de madeira / Maicon de Souza Pecegueiro – AltaFloresta/Cáceres/Sinop/Tangará da Serra, 2021.
50 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim).

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* (Mestrado Acadêmico) Genética e Melhoramento de Plantas, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Multicampi, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2021.

Orientadora: Dra. Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide.

Coorientadora: Dra. Maurecilne Lemes da Silva Carvalho.

Coorientadora: Dra. Isane Vera Karsburg.

1. *Ochroma pyramidale*. 2. Melhoramento Florestal. 3. Propagação Vegetativa. I. Hoogerheide, E. S. S., Dra. II. Carvalho, M. L. da S., Dra. III. Karsburg, I. V., Dra. IV. Título.

CDU 674.031.685.3

Pré-melhoramento de pau de balsa para a produção de madeira

MAICON DE SOUZA PEGUEIRO

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO Carlos Alberto Reyes Maldonado, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 04 de março de 2021

Comissão Examinadora



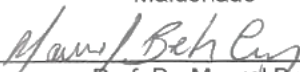
Prof. Dra. Eulália Soler Sobreira Hoogerheide
Orientadora– UNEMAT- Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos
Alberto Reyes Maldonado

Prof. Dra. Maureciline Lemes da Silva Carvalho
coorientadora– UNEMAT- Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos
Alberto Reyes Maldonado

Prof. Dra. Isane Vera Karsburg
UNEMAT- Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes
Maldonado



Prof. Dr. Wesley Viana Evangelista
UNEMAT- Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes
Maldonado



Prof. Dr. Maurel Behling
EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Dedico a meus pais, Natal Adailton Correia Pecegueiro e Soníria Maria de Souza Pecegueiro, minha irmã Mayla Cristina de Souza Pecegueiro, meu filho Pietro de Souza Pecegueiro e minha esposa Josiane Ribeiro de Souza, que são e sempre serão o motivo de minha existência e dedicação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela saúde e sabedoria para seguir em frente sempre de cabeça erguida, superando as adversidades de uma época tão conturbada;

Aos profissionais que atuam na Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado – UNEMAT, em especial aos que compõem o Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – PGMP, pela oportunidade de obter o título de mestre;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pela bolsa de estudo concedida;

A Embrapa Agrossilvipastoril, que possibilitou o auxílio necessário para o desenvolvimento deste projeto.

A minha orientadora Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide, por acreditar no meu potencial, por todo auxílio, dedicação, comprometimento, paciência e compreensão. E o mais importante, ser essa pessoa especial que é. Muito obrigado pela oportunidade de ser seu orientado;

Ao pesquisador Maurel Behling, pelo auxílio e ensinamento;

Ao professor Wescley Viana Evangelista, pela disposição do Laboratório de Tecnologia da Madeira, e pelos ensinamentos;

Ao produtor rural André Berlanda, por colaborar com a pesquisa;

Ao meu pai Natal Adailton Correia Pecegueiro, a minha mãe Soníria Maria de Souza Pecegueiro, a minha irmã Mayla Cristina de Souza Pecegueiro, ao meu filho Pietro de Souza Pecegueiro e a minha esposa Josiane Ribeiro de Souza, pelo carinho, dedicação, paciência e colaboração. Tenho orgulho de ser filho, irmão, pai e esposo. Vocês são o motivo dos meus agradecimentos a Deus;

Aos compadres Lívia Souza Domingos Nascimento e Fernando Herrmann e a minha afilhada Natália Herrmann;

Aos amigos que levarei para sempre comigo;

A todos que direta ou indiretamente acabaram contribuindo em meu desenvolvimento pessoal e profissional.

BIOGRAFIA

Maicon de Souza Pecegueiro – Filho de Natal Adailton Correia Pecegueiro e Soníria Maria de Souza Pecegueiro, nascido em 19 de maio de 1990, em Alta Floresta – Mato Grosso. Técnico em Florestas pelo Secitec em 2010, Bacharel em Agronomia pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT em 2012, bolsista de iniciação científica no Herbário da Amazônia Meridional – HERBAM, sob orientação da Dr^a. Célia Regina Araújo Soares Lopes. Professor interino na Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, orientou e desenvolveu pesquisas na área da Engenharia Agrícola. Em 2019 iniciou o Mestrado *stricto sensu* no Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da UNEMAT, sob orientação da pesquisadora da Embrapa Agrossilvipastoril, Dr^a. Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Pré-melhoramento	4
2.2 Aspectos comerciais e características do pau de balsa.....	5
2.3 Características Fenotípicas	6
2.4 Propagação por estaquia de árvores superiores	8
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
4. CAPÍTULOS	15
4.1 CAPÍTULO 1	15
CALIBRAÇÃO DO PILODYN PARA DETERMINAÇÃO INDIRETA DA DENSIDADE BÁSICA <i>IN SITU</i> NA MADEIRA DE PAU DE Balsa.....	15
INTRODUÇÃO.....	15
MATERIAL E MÉTODOS	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
4.2 CAPÍTULO 2	29
SELEÇÃO E DIVERGENCIA FENOTÍPICA EM PAU DE Balsa DE DISTINTAS PROCEDENCIAS	29
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
4.3 CAPÍTULO 3	41
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PAU DE Balsa COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB	41
INTRODUÇÃO.....	41
MATERIAL E MÉTODOS	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
CONCLUSÃO	47

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	49

RESUMO

PECEGUEIRO, MAICON DE SOUZA; M.Sc.; UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO Carlos Alberto Reyes Maldonado; Março de 2021; Pré-melhoramento de pau de balsa para a produção de madeira. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide, Co-orientadoras: Prof^a. Dr^a. Isane Vera Karsburg, Prof^a. Dr^a. Maurecilne Lemes da Silva Carvalho.

O pau de balsa é uma espécie nativa da Amazônia, com ocorrência no Brasil e países vizinhos, possuindo como característica a baixa densidade da madeira, sendo empregada nas indústrias náutica e aeronáutica, eólicas e moveleiras, além de fins medicinais. Devido à sua característica de crescimento rápido, silvicultores no estado de Mato Grosso realizaram a implantação de cultivos comerciais, porém com mudas sem seleção e padronização e pouca informação técnica sobre a cultura. Com o intuito de promover o pré-melhoramento da espécie para uso da madeira, o objetivo deste trabalho foi estimar a densidade básica da madeira *in situ*, avaliar e selecionar árvores-matrizes de plantios do Mato Grosso e avaliar a técnica de propagação vegetativa para a espécie. Para a predição da densidade da madeira, utilizou-se o equipamento Pilodyn em 20 árvores adultas. Para cada indivíduo foram determinados três pontos amostrais: na base do tronco, a 1,30 m e 3,10 m, na face norte e sul do tronco. O Pilodyn é eficiente para prever a densidade básica da madeira no pau de balsa a 1,30 m de. Para o ranqueamento e divergência fenotípica, foram selecionados 70 indivíduos de pau de balsa, de sementes oriundas do Brasil e Equador. Foram obtidas as seguintes medidas: altura total do indivíduo, DAP e densidade básica da madeira. Foi realizada a matriz de dissimilaridade Euclidiana, e o método de otimização de Tocher. Verificou-se a ocorrência de variabilidade entre os indivíduos, formando nove diferentes grupos, com destaque para os genótipos A09 e A14, ambos de origem equatoriana. Para a propagação vegetativa foram conduzidos dois experimentos. Para tal, foram selecionadas 240 estacas provenientes de 10 matrizes. Os tratamentos foram realizados com diferentes concentrações de AIB, em DIC, com 4 repetições. Foi analisado a porcentagem de sobrevivência, calosidade e formação de raízes após 60 dias. Verificou-se que o AIB não alterou a formação de raízes e as estacas apresentaram baixa sobrevivência, inviabilizando a propagação vegetativa do pau de balsa por estaquia. Indica-se o Pilodyn para avaliação *in situ* da densidade da madeira a 1,30 m de altura; os plantios analisados apresentam variabilidade fenotípica para a seleção de plantas-matrizes, com destaque para árvores de origem equatoriana; e a propagação vegetativa por estaquia se mostrou inviável para a espécie.

Palavras – chaves: *Ochroma pyramidale*, melhoramento florestal, Propagação vegetativa.

ABSTRACT

PECEGUEIRO, MAICON DE SOUZA; M.Sc.; UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO Carlos Alberto Reyes Maldonado; March, 2021; Pre-breeding of balsa stick for the production of wood. Adviser: Dr^a. Eulalia Soler Sobreira Hoogerheide, Counselor. Dr^a. Isane Vera Karsburg, Dr^a. Maurecilne Lemes da Silva Carvalho.

The balsa stick is a species native to the Amazon, occurring in Brazil and neighboring countries, having as a characteristic low density of wood, being used in the nautical and aeronautical, wind and furniture industries, in addition to medicinal purposes. Due to their characteristic of fast growth, foresters in the state of Mato Grosso implanted commercial crops, however with seedlings without selection and standardization and little technical information about the culture. In order to promote pre-breeding, the objective of this work was to estimate the basic density of wood in situ, to select and evaluate the phenotypic variability among individuals planted in Mato Grosso and to validate proposed vegetative propagation techniques for the species. For the prediction of wood density, the Pilodyn equipment was used in 20 adult trees. For each individual, three sample points were determined: at the base of the trunk, at 1.30 m and 3.10 m, on the north and south face of the trunk. Pilodyn is efficient to predict the basic density of the wood in the balsa stick at 1.30 m. For ranking and phenotypic divergence, 70 individuals of balsa stick, seeds from Brazil and Ecuador were selected. The following measures were obtained: total height of the individual, DAP and basic wood density. The Euclidean dissimilarity matrix and Tocher's optimization method were performed. There was variability between individuals, forming nine different groups, with emphasis on genotypes A09 and A14, both of Ecuadorian origin. For vegetative propagation, two experiments were conducted. For this purpose, 240 piles from 10 matrices were selected. The treatments were carried out with different concentrations of AIB, in DIC, with 4 repetitions. The percentage of survival, calluses and root formation after 60 days were analyzed. It was found that the AIB did not alter the formation of roots and the cuttings showed low survival, making the vegetative propagation of the balsa stick unfeasible by cutting. Pilodyn is indicated for in situ assessment of wood density at 1.30 m in height; the analyzed plantations show phenotypic variability and selection, with emphasis on trees of Ecuadorian origin; and the vegetative propagation by cuttings proved to be unfeasible for the species.

Key Words: *Ochroma pyramidale*, Forest improvement, Vegetative propagation.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, a crescente demanda por madeira no âmbito mundial torna necessário o aumento das áreas plantadas, além da busca por novas espécies para o plantio comercial que apresentem características desejadas de aspectos físicos e químicos.

Com a demanda do mercado, surge a necessidade de aumento dos plantios comerciais. Desta forma, cresce o incentivo em encontrar espécies florestais que apresentem desenvolvimento rápido e uniforme, com boas características de qualidade da madeira, que vise atender às exigências de mercado. Quando esta não possui determinados padrões de qualidade, fica vedada a sua utilização de forma convencional no ramo da movelaria (Nascimento, 2015).

No momento, espécies florestais como eucalipto, pau de balsa, paricá e teca têm despertado interesse de produtores, empresas e cooperativas (Behling et al., 2019). O pau de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam. Urb.) é uma espécie nativa da Amazônia, com ocorrência no Brasil e também em países vizinhos. Esta espécie arbórea pertence à família da Malvaceae, possuindo de 25 a 30 m de altura, com cerca de 70 a 100 cm de diâmetro, e livres de galhos até 15 m de altura.

A madeira do pau de balsa é leve e resistente, empregada na indústria náutica e aeronáutica (Rojas, 2011). A energia eólica representa a aplicação com apelo ambiental mais promissor para a espécie, sendo empregada principalmente na construção de hélices para geradores de energia eólica. Os painéis na forma de sanduíche com núcleo leve e a capa de maior densidade melhoram o desempenho e a eficiência das pás do rotor da turbina eólica (Midgley et al., 2010). Além de sua utilização convencional como madeira para fabricação de móveis, também apresenta características medicinais, difundida e utilizada por povos nativos em regiões equatorianas (Ramos-Corrales, 2016). As folhas de pau de balsa também são alternativa sustentável à substituição do mercúrio no garimpo de ouro, atualmente utilizada na região de Chocó, na Colômbia (García-Cossio, Fabio et al., 2017).

O cultivo de pau de balsa é considerado uma alternativa à silvicultura no estado de Mato Grosso, por apresentar ciclo de corte rápido, geralmente em torno de três a sete anos. Surge como alternativa na redução do desmatamento de áreas nativas, por apresentar um rápido crescimento, assim como opção de utilização na

recuperação de áreas degradadas. Porém, pouco se sabe a respeito do manejo de povoamentos homogêneos desta cultura (Behling et al., 2019).

Nos plantios comerciais de pau de balsa no estado de Mato Grosso, existe grande variabilidade entre as árvores, como porte, altura total, altura de fuste, densidade de madeira, diâmetro na altura do peito, como consequência da falta ou pré-melhoramento da espécie no Brasil. A desuniformidade gera dificuldades de venda da madeira, pois as indústrias requerem padronização de densidade e diâmetro para o seu processamento (Behling et al., 2019).

O melhoramento genético de espécies florestais demanda tempo, visto a dificuldade para analisar plantas perenes, o que demanda anos para se verificar características desejáveis. O surgimento de novas técnicas que auxiliem na amostragem não-destrutiva tem contribuído na escolha de genótipos para compor projetos de melhoramento florestal, mediante o levantamento de dados de forma prática estabelecendo parâmetros para a determinação em tempo real diminuindo o tempo de análise destes indivíduos amostrados (Fialho et al., 2008; Fonseca et al., 2010; Gonzaga et al., 2016).

Nesse sentido, métodos indiretos de avaliação de determinadas variáveis estão ganhando cada vez mais espaço nas pesquisas científicas e comerciais, visto a facilidade de manuseio e coleta de dados de forma objetiva e não destrutiva, fornecendo informação precisa e rápida sobre a variável estudada. O Pilodyn, por exemplo, é utilizado para medição indireta da densidade básica da madeira, de forma não destrutiva, promovendo a manutenção do genótipo vivo para posteriores análises no programa de melhoramento florestal (Kotásková et al., 2019; Pádua et al., 2019).

Além da necessidade de melhoramento, outro entrave para o cultivo de pau de balsa é a sua multiplicação por sementes. A obtenção de mudas clonais facilitará o seu cultivo em larga escala e trará maior uniformidade aos plantios. O uso da técnica de estaquia é ferramenta útil para superar as possíveis dificuldades que as mudas produzidas a partir de sementes trazem para a silvicultura, devido à falta de padronização. O estudo por propagação assexuada em pau de balsa é incipiente. Um dos poucos relatados foi realizado por Modenezi (2019), o qual avaliou o enraizamento, a formação de calosidades e a sobrevivência de estacas de pau de balsa, em diferentes concentrações do indutor de enraizamento AIB, assim como distintos ambientes.

Neste contexto, considerando a necessidade de medições indiretas da densidade da madeira de pau de balsa para pesquisas que visam a seleção de materiais para o pré-melhoramento da espécie e a necessidade de método propagativo que garanta maior uniformidade aos plantios, o objetivo deste projeto foi avaliar se o durômetro Pilodyn é eficiente para determinação indireta da densidade básica da madeira de pau de balsa, selecionar árvores-matrizes com potencial para o melhoramento, e avaliar a propagação vegetativa do pau de balsa por meio de estaquia com uso Ácido Indol Butírico (AIB).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pré-melhoramento

O melhoramento genético vegetal pode ser definido de forma sucinta como “a ciência e arte de modificar as plantas em prol do beneficiamento humano” (Borém, 1997). Esta ciência é tratada de forma multidisciplinar, aplicando os princípios da genética e utilizando os conhecimentos de diversas áreas para o desenvolvimento de cultivares melhoradas, realizando a domesticação de genótipos selvagens, assim como o uso de tecnologias avançadas para o desenvolvimento destas (Faleiro et al., 2008).

Uma das dificuldades decorrentes do programa de melhoramento vegetal é a interação entre a conservação dos recursos genéticos nos bancos de germoplasma e a sua utilização em programas de melhoramento. No entanto, uma prática que surge como alternativa é a implantação de atividades de pré-melhoramento (Bonow, 2011).

A palavra pré-melhoramento surge da tradução do termo em inglês *pre-breeding*, e que pode definir-se como sendo a prática que visa identificar genes e características de interesse em germoplasma não-adaptado ou em populações não melhoradas, para posterior inserção em programas de melhoramento. Este conceito permite aos mais distintos usuários a possibilidade de identificação e alteração de variabilidade a fim de atender as suas necessidades (Faleiro et al., 2008).

O pré-melhoramento quando bem elaborado e realizado, se torna uma ótima ferramenta para o desenvolvimento do programa de melhoramento para a espécie em diversas áreas, e no seguimento florestal não é diferente, que por sua vez no Brasil é praticado por indústrias do ramo, por empresas de pesquisa como a Embrapa Florestas, assim como instituições de ensino com estudos referentes ao melhoramento genético da espécie de interesse como eucalipto, teca, castanheira-do-brasil, e pau de balsa entre outras (Resende et al., 2014; Baldoni e Tonini, 2019).

Ao se tratar de melhoramento genético florestal, a prática de pré-melhoramento torna-se muito vantajosa no processo de identificação de variabilidade e seleção de indivíduos, desde que realizada de forma correta, desempenhando ganhos genéticos em curtos períodos de tempo possibilitando o lançamento de cultivares periodicamente, seja eles para produtividades volumétricas, ou propriedades tecnológicas da madeira, que são essenciais fatores característicos em programas de melhoramento florestal (Resende et al., 2014).

Preconizando a eficácia do sistema de seleção adotado, devemos identificar no pré-melhoramento florestal as características desejadas para a inserção no programa de melhoramento, pois os caracteres de qualidade da madeira, como exemplo a densidade básica da madeira em pau de balsa, são de maior herdabilidade e com maior controle genético ativo, diferentemente dos caracteres de crescimento que apresentam menor herdabilidade aditiva, e requerem melhor elaboração das estratégias adotadas no melhoramento da espécie (Resende et al., 2012; Resende et al., 2014).

2.2 Aspectos comerciais e características do pau de balsa

O Brasil possui uma grande capacidade de desenvolver a produção de florestas de rápido crescimento, visto as condições edafoclimáticas, consorciadas às técnicas silviculturais avançadas. Estas plantações por sua vez possibilitam maior controle da qualidade da madeira, obtendo melhoria nos processos industriais e maiores rendimentos (Oliveira, 2011).

São diversos os setores da indústria que utilizam destes recursos florestais, visto a necessidade por matéria prima ser constante, é necessário o investimento em novos plantios florestais com maior controle da qualidade na produção de madeira visando os diversos segmentos da indústria (Pádua, 2009).

A crescente demanda por madeira no âmbito mundial, torna imperativo o aumento das áreas plantadas, assim como a busca por novas espécies para o plantio comercial. Uma das características que essas áreas apresentam são a utilização de plantas que possuem um rápido crescimento. No momento, espécies florestais como eucalipto, pau de balsa, paricá e teca têm despertado interesse de produtores, empresas e cooperativas (Behling et al., 2019).

O pau de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam. Urb.) é uma espécie nativa da Amazônia, ocorrendo no Brasil e também em países vizinhos como Bolívia, Venezuela e Costa Rica (Francis, 1991; Weirich, 2008). Pertencente à família das Malvaceae, foi descrita por Gonzáles (2010), como uma espécie arbórea, possuindo de 25 a 30 m de altura, e de 70 a 100 cm de diâmetro, e livres de galhos até 15 m de altura. A madeira é classificada como leve, possuindo uma variação em sua densidade de 0,07 a 0,15 g.cm⁻³, com peso específico médio de 0,13 g.cm⁻³. Oliveira, et al. (2017)

descreve no estado de Mato Grosso plantas com densidades de 0,195 e 0,239 g.cm⁻³ em indivíduos de 4 e 14 anos, respectivamente.

A madeira de pau de balsa é considerada leve e de baixa densidade, porém, possui grande resistência às tensões. Classifica-se com uma constituição macia e de fácil modelagem (Carvalho, 2010). Devido a estas e outras características, e por ser muito utilizada na construção de embarcações, foi denominada popularmente como pau de balsa (Weirich, 2008).

Os países que mais se destacam na importação dessa madeira são Estados Unidos, China, Colômbia, Peru, Japão, Alemanha, Dinamarca e México. Conferindo o lugar de maior destaque aos EUA, onde absorvem um grande volume de madeira de pau de balsa em diversos processos construtivos (Romero, 2014).

2.3 Características fenotípicas

Quando trabalhamos com qualidade da madeira estabelecemos determinados padrões a serem estimados para facilitar o auxílio na seleção, sendo que estes podem ser classificados como morfológicos ou fisiológicos. Porém, devido à facilidade de condução e avaliação, além de seus dados poderem ser avaliados em conjunto ou de forma isolada, os morfológicos são de maior adoção (Gomes e Paiva, 2011).

Para Leles et al. (2003), os parâmetros de maior utilização na predição de característica fenotípica é o comprimento total, assim como o comercial, que leva em consideração a altura da planta até à inserção da primeira bifurcação, diâmetro à altura do peito (DAP) e classificação de fuste. Características estas também escolhidas e justificadas por Gomes e Paiva (2011), por ser considerada umas das mais importantes e antigas na classificação de plantas florestais.

No entanto, surge como necessidade no melhoramento genético, o incremento de outras características a serem avaliadas como a predição da densidade básica da madeira, características físicas do tronco, espessura da casca, resistência às doenças e pragas, além das características de inclinação das fibras ou inclinação da grã, abordada em trabalho realizado por Siqueira et al. (2017) na cultura de mogno africano (*Khaya grandifoliola*)

Nesse sentido, Rezende et al., (2007) avaliou as variações da densidade da madeira de *Liquidambar styraciflua* e do *Pinus tecunumannii*, como parâmetro de

qualidade para a produção de móveis. Já Sangumbe et al., (2019) buscou avaliar a densidade básica da madeira e características anatômicas de nove espécies diferentes. Estas pesquisas sustentam a fala de Rios et al., (2018) que julga a densidade básica da madeira como uma das características mais importantes a serem avaliadas, pois a mesma está diretamente ligada à influência sobre às demais características físicas na utilização industrial.

Originalmente, os plantios comerciais tinham como ideia central a obtenção de grandes produtividades de madeira, independentemente da qualidade apresentada por elas. No entanto, este conceito vem sofrendo algumas alterações, inclusive na questão da qualidade da madeira, visto que os empreendimentos florestais devem se basear no planejamento da produção por um longo período de tempo, visando utilizar informações precisas e seguras relacionadas ao produto que se deseja obter. Desta forma, é possível desenvolver as produções analisando informações pertinentes à densidade da madeira, teores de extrativos e lignina, dimensões e resistência de fibras, entre outros (Thiersch, et al., 2003).

A constituição básica da madeira é em sua grande maioria definida por carbono, e sua densidade sendo a concentração de massa por determinado volume, em que a sua formação fica sujeita ao condicionamento climático (Nabais et al., 2018). A densidade básica da madeira possui grande correlação com as condições climáticas, pois devido ao período de seca e escassez de água os vasos condutores aumentam a espessura das paredes favorecendo o aumento da densidade. Portanto, regiões com maiores chuvas devem apresentar densidades menores que em regiões mais secas (Ibanez et al., 2017).

De acordo com estas informações, a inclusão da densidade básica à qualidade da madeira em estudos de interação genótipo x ambiente é de fundamental importância para obtenção de ganhos genéticos. Sendo assim, devidos estudos constituem uma das etapas mais importantes num programa de melhoramento florestal (Santos, 2019), buscando sempre identificar genótipos superiores e mais adaptados para a devida utilidade (Ramalho et al., 2000).

Devemos estabelecer o desenvolvimento de metodologias que contribuam no processo de inferir com rapidez e precisão, possibilitando ao profissional responsável por desenvolver o programa de melhoramento genético florestal, maior solidez em suas tomadas de decisões, assim como na prospecção do programa (Oliveira, 2011).

A busca por novas metodologias para predição da densidade da madeira visa contribuir para a diminuição das tradicionais determinações que objetivavam a análise amostral destrutiva. Prática esta que acarreta a derrubada da árvore para a retirada de discos, onde será aferida a densidade, trazendo assim completa destruição do material genético (Andrade, 2004).

No entanto, existe uma diversidade de equipamentos que podem estimar a densidade da madeira, com rapidez, facilidade de manipulação, precisão, e confiabilidade, porém, nem sempre de baixo custo (Hansem, 2000). Com esse intuito de predição não destrutiva, destaca-se o equipamento denominado Pilodyn, que por sua vez é um durômetro muito utilizado para determinar de forma indireta a densidade da madeira fornecendo a determinação da resistência à penetração (Oliveira, 2001). O aparelho funciona por meio da injeção de um pino com alto teor de rigidez, sobre pressão constante na madeira, conferindo a profundidade da penetração em uma escala exposta na lateral do equipamento. A penetração deste pino é inversamente proporcional à densidade, e que quando se obtém maior penetração há menor densidade básica da madeira (Pádua, 2009).

Objetivando a fenotipagem não destrutiva das plantas em estudo, assim como a facilidade de coleta de dados e rapidez, diversos autores em diferentes países realizam a suas pesquisas com a aplicação e determinação de metodologias alternativas. Assim como Kotásková et al. (2019) da Tchêquia, que avaliou a utilização de diferentes equipamentos para análises não destrutiva, dentre eles o Pilodyn. Já Balmelli & Resquin (2009) no Uruguai, utilizaram o mesmo equipamento para prever a densidade básica da madeira e selecionar indivíduos de eucalipto para realizar o programa de melhoramento da espécie. Pádua et al. (2019) também realizou estudos para a recomendação de métodos não destrutivos para a cultura do eucalipto, com o uso de diferentes equipamentos, e dentre eles o Pilodyn, estabelecendo a correlação entre as metodologias originais.

2.4 Propagação por estaquia de árvores superiores

Analisando a cadeia produtiva de pau de balsa, e enfatizando os pequenos produtores, julga-se simples a obtenção de sementes para reestabelecimento ou implantação de plantios comerciais.

Quando abordamos plantios comerciais, temos em mente indivíduos que apresentem aspectos fenotípicos semelhantes, obtendo plantas de forma geral homogêneas (Wendling et al., 2014). Entretanto, isso não ocorre, visto que as mudas de pau de balsa são frutos de genótipos não selecionados, e que dão origem a diversos genótipos com elevada variabilidade. Nesse sentido, a homogeneidade dos indivíduos, é o que se busca em plantios comerciais, seria alcançado pela propagação assexuada, visto ser um caminho mais rápido e que atende às demandas do setor florestal. Além disso, Mendes et al. (2010) ressalta que a semente de pau de balsa apresenta dormência, e quando não superada dificulta e retarda o processo de germinação.

Dentre os principais métodos de propagação assexuada utilizados em espécies florestais a nível comercial, destacam-se as práticas de estaquia, micropropagação, microestaquia, e miniestaquia, além da enxertia. Existem diversas outras técnicas de propagação, no entanto, cada uma pode ser utilizada visando determinada necessidade comercial (Ferrari et al., 2004; Goulart et al., 2008). Segundo Modenezi (2019) o método de propagação assexuada por estaquia é uma prática oriental muito antiga, e utilizada durante séculos na China, que visa replicar partes segmentos de raízes, caules ou folhas, em condições apropriadas para o seu total desenvolvimento.

Algumas das grandes vantagens deste método foram abordadas por Ferrari et al., (2004). Os autores afirmam que a estaquia permite estabelecer a definição direta de diversos fatores genéticos, fenológicos e nutricionais, e por se tratarem de indivíduos de homogeneidade fenotípica estabelece manejos mais precisos com base no entendimento da competição. Além disso, esta técnica estabelece maior ganho de produção, uma vez que ocorre o ganho genético de seleção, podendo desenvolver ainda mais as culturas com programas de melhoramento genético específicos.

No entanto, quando se define por reprodução assexuada, a utilização do método de estaquia deve considerar os tipos de estacas a serem utilizados. Podem ser utilizados três tipos específicos de estacas: 1) A originária de partes foliares, as quais para fins florestais possuem restrições quanto ao seu uso devido à dificuldade de enraizamento; 2) Estaca derivada do sistema radicular, porém assim como a anterior, pouco se aplica a silvicultura; 3) E por fim estacas caulinares, que por sua

vez é a mais difundida na silvicultura, devido a sua facilidade de formação de raízes (Hartmann et al., 2000; Goulart et al., 2008).

Definida a região de coleta do material que originará as estacas, devemos nos atentar ao diâmetro das mesmas, visto que Modenezi (2019) afirmar que há uma maior sobrevivência em estacas de pau de balsa que possuem diâmetros com cerca de 1 a 2 cm, sendo consideradas estacas de porte médio e grande. Porém, segundo abordagem realizada por Oliveira (2019), o sucesso desta prática de reprodução assexuada deve-se muito as características do estado nutricional, e quantidade de reservas, além das condições do balanço hormonal da planta matriz.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. S. de. **Utilização do Pilodyn para predição da densidade básica da madeira em plantios comerciais de Eucalyptus spp.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Industrial Madeireira), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2004. 38p.
- BALDONI, A. B; TONINI, H. Pré-melhoramento da cantanheira-do-brasil no Mato Grosso: propagação vegetativa e jardim clonal. In: **Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável.** Brasília, DF. 2019 (601-605p).
- BALMELLI, G; RESQUIN, F. Mejora genética en Eucalyptus Grandis: Productividad y calidad de madera. **INIA Tacuarembó** – Programa Forestal Día de Campo Forestal Zona Centro - 2009
- BEHLING, M; SANTIN, J. C; FARIAS, J. B; CAMARGO, D; ALIBERTI, P. R; PAIXÃO, F. L. M; LANGE, A. Crescimento de pau-de-balsa sob diferentes níveis de adubação e espaçamento, em Guarantã do Norte, MT. **Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável.** Brasília, DF. 2019 (442-453p).
- BONOW, S. **Pré-melhoramento: elo entre recursos genéticos e programas de melhoramento de plantas. 2011.** Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2011_3/PreMelhoramento/index.htm>. Acesso em: 22/01/2021
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas.** Viçosa: UFV, 1997. 547p.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileira. Brasília, DF: **Embrapa informação tecnológica**; Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 664p. (coleção espécies arbóreas brasileiras).
- FALEIRO, F. G; FARIAS NETO, A. L. de; RIBEIRO JUNIOR, W, Q. Pré-melhoramento, melhoramento, e pós-melhoramento: estratégias e desafios. Planaltina, DF. **Embrapa informação tecnológica**, Embrapa cerrados, 2008. 183p.
- FERRARI, M. P.; GROSSI, F; WENDLING, I.; Propagação vegetativa de espécies florestais. Embrapa Florestas. **Documentos 94.** 2004. 22p.
- FIALHO, E.; MORENO, F. S.; THOMAS, P. Nutrição pós-genoma: fundamentos e aplicações de ferramentas ômicas. **Revista Nutrição**, Campinas, v.21, n.6, p. 755-766, 2008.
- FONSECA, S. M.; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto.** Viçosa-MG: Ed. UFV, DFP. 2010. 200p.

FRANCIS, J. K. ***Ochroma pyramidale* Cav. Balsa**. SO-ITF-SM-41. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 1991 6 p.

GARCÍA-COSSIO, F; COSSIO-MOSQUERA, H; GARCÍA, B. C; PALACIOS, V. S; GARCÍA, L. E. C. Artisanal mining and the use of plant diversity. **Revista Facultad Nacional de Agronomía** 70 (2):8213. 2017.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: Propagação sexuada**. Viçosa: Ed. UFV, 2011. 116 p.

GONSAGA, R. F; ARAUJO, M. J. de; VALDOVINOS, T. M; SOUZA, J. V. O. de; PAULA, R. C. de. Atualidades em melhoramento genético florestal. 21-30p. **Tópicos especiais em genética aplicada**, Jaboticabal : Funep, 2016.

GONZÁLEZ, O.B.; MOLINA, X.C.; NAVARRETE, E.T.; FONSECA, C.S.; SIMBA, L. Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos – Ecuador. **Nota técnica en ciencia y tecnología**, v. 3, n. 2, p. 7-11. 2010.

GOULART, P. B; XAVIER, A; CARDOSO, N. Z. Efeito dos reguladores de crescimento AIB e ANA no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Rev. Árvore** [online]. 2008, vol.32, n.6, pp.1051-1058. ISSN 0100-6762. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000600010>.

HANSEN, C. P. Application of the pilodyn in Forest tree improvement. Humlebaek. Danida Forest Seed Centre. **Technical note nº 55**. 2000. p. 1-7.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7 ed. New York: Englewood Clippis, 2002, 880p.

ILBANEZ, T; CHAVE, J; BARRABÉ, L; ELODIE, B; BOUTREUX, T; TRUEBA, S; VANDROT, H; BIRNBAUM, P. Community variation in wood density along a bioclimatic gradient on a hyper-diverse tropical island. **Journal of Vegetation Science**, Madford, n. 28, p.19–33, 2017. <https://doi.org/10.1111/jvs.12456>

KOTÁSKOVÁ, P; FIALOVÁ, J; TIPPNER, J; MARKOVÁ, J. Assessment of the possibility of using modern diagnostic methods to determine the changes in the properties of timber elements installed in a river bed. IOP Conf. Series: **Materials Science and Engineering** 566 (2019) 012018 doi:10.1088/1757-899X/566/1/012018

LELES, P. S. S; NETO, S. N. de O.; SILVA, A.N da.; MELO, A. L de.; PINA-RODRIGUES, F. C. N. Crescimento e qualidade de fuste de paricá (*Schizolobium amazonicum*) em diferentes consórcios florestais na região amazônica. In: **CONGRESSO BRASILEIRO FLORESTAL**, 6, 2003, São Paulo. Anais. São Paulo: SBS, 2003. p. 1-8.

MIDGLEY, S.; BLYTH, M.; HOWCROFT, N.; MIDGLEY, D.; BROWN, A. Balsa: biology, production and economics in Papua New Guinea. **ACIAR Technical Reports nº. 73**. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra, Australia,

2010, p. 23-31. Disponível em: <https://aci-ar.gov.au/publication/technical-publications/balsa-biology-production-and-economics-papua-new-guinea>. Acesso em: Abril. 22 2019.

MODENEZI, R. M. **Propagação por estaquia de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban. (Pau de Balsa)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2019. 85p. (Dissertação – Mestrado em ciências).

NABAIS, C; HANSEM, J. K; SCHWARTZ, R. D; KLISZ, M; LÓPEZ, R; ROZEMBERG, P; The effect of climate on wood density: What provenance trials tell us?. **Forest Ecology and Management**, New York, v. 408, p. 148-156, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.040>

NASCIMENTO, S. V. **Análise do desempenho das movelarias do município de Parintins. Manaus**. UFAM, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas, Universidade Federal do Amazonas, 2015

OLIVEIRA, W. C; GOES, L; QUINTILHAN, M. T; CALDEIRA, R; PINTO, A. A. de S; OLIVEIRA, A. C; PEREIRA, B. L. C; CALDEIRA, S. Propriedades da madeira de *Ochroma pyramidale* (cav. ex lamk) urban em duas idades. **III CBCTEM Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira**, Florianópolis. 2017. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/324128840>

OLIVEIRA, A. C. **Amostragem não destrutiva e qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus* spp.** 2011. 91p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, L. J. R. **Uso do Pilodyn para a estimativa da densidade básica e propriedades mecânicas da madeira de eucalipto**. 2001. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PÁDUA, F. A. de; TOMELERI, J. O. P; FRANCO, M. P; SILVA, J. R. M. da; TRUGILHO, P. F. Recommendation of non-destructive sampling method for density estimation of the eucalyptus wood. Maderas. **Ciencia y tecnología** 21(4): 565 - 572, 2019. DOI: 10.4067/S0718-221X2019005000412

PÁDUA, F. A. de; **Amostragem para avaliação da densidade básica da madeira de um híbrido de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake**. 2009. 87p. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. Lavras: UFLA, 2000. 472 p.

RAMOS-CORRALES, P. C. **“Balsa” *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (Bombacaceae) Etnobotánica, anatomía, ensayos fitoquímicos y actividades biológicas**. 2016, 143p. Tese de Doutorado, Universidad Nacional de la Plata.

REZENDE, M. A; COSTA, V. E; ARONI, A. S; SEVERO, E. T. D. Estudo das variações de densidade da madeira do liquidambar styraciflua e do pinus tecunumannii, como parâmetros de qualidade para a produção de móveis. **Holos Environment**, v.7 n.1, 2007 – p60

RESENDE, M. D. V., RESENDE JR., M.F.R., SANSALONI, C.; PETROLI, C.; MISSIAGGIA, A. A.; AGUIAR, A. M.; ABAD, J.I.M.; TAKAHASHI, E.; ROSADO, A. M.; FARIA, D.; PAPPAS, G.; KILIAN, A.; GRATTAPAGLIA, D. Genomic Selection for growth and wood quality in Eucalyptus: capturing the missing heritability and accelerating breeding for complex traits in forest trees. **New Phytologist**, v.194, p.116-128, 2012.

RIOS, P. D; VIEIRA, H.C; PEREIRA, G. F; TURMINA, E; NICOLETTI, M. F; *Variação radial e longitudinal da densidade básica da madeira de Pinus patula*. **Pesquisa Florestal Brasileira**., Colombo, v. 38, e201501016, p. 1-5, 2018 doi: 10.4336/2018.pfb.38e201501016

ROJAS, G. V. **Botânica general: Desde los musgos hasta los árboles**. 1. ed. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia, 2011. 496p.

SANGUMBE, L. M. V; PIRES L. M. E; ASCENÇÃO J. A. de. Densidade básica e características anatómicas da madeira de nove espécies da floresta do Maiombe, província de Cabinda, Angola. **Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda”** ISSN 1989-6794, Nº 57, enero 2019.

SANTOS, O. P. dos. **Produtividade, qualidade da madeira e interação genótipo x ambiente do eucalyptus dunnii maiden no sul do Brasil**. 2019, 96p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

SIQUEIRA, G. L; JUNQUEIRA, A. A; STEVENS, T; NASCIMENTO, A. M. do. Variação radial da cor e da inclinação da grã da madeira de Khaya ivorenses A. Chev. 2017. **Anais III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira**. Florianópolis – SC.

THIERSCH, C. R., SCOLFORO, J. R. S., KANEGAE JÚNIOR, H. Predição e prognose da densidade básica da madeira, por classe diamétrica, em plantios de clones de Eucalyptus sp. Lavras. Universidade Federal de Lavras. **48ª Reunião da RBRAS e 10ª SEAGRO**. 2003. p. 860-864.

WEIRICH, N. E. **Diretrizes técnicas para o cultivo do pau-de-balsa (Ochroma pyramidale) no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: SEDER-MT, 2008. 22 p.

4. CAPÍTULOS

4.1 CALIBRAÇÃO DO PILODYN PARA DETERMINAÇÃO INDIRETA DA DENSIDADE BÁSICA *IN SITU* NA MADEIRA DE PAU DE Balsa

INTRODUÇÃO

O pau de balsa (*Ochroma pyramidale*) é uma espécie nativa da Amazônia com ocorrência no Brasil e em alguns países vizinhos. Esta espécie arbórea pertence à família das Malvaceae, podendo alcançar 25 a 30 m de altura e diâmetro entre 70 a 100 cm. Sua madeira é de baixa densidade e muito resistente, amplamente recomendada para fins industriais no ramo da náutica e aeronáutica (Rojas, 2011). A energia eólica representa a aplicação com apelo ambiental mais promissor para a espécie, sendo empregada principalmente na construção de hélices para geradores de energia eólica. Os painéis na forma de sanduíche com núcleo leve e a capa de maior densidade melhoram o desempenho e a eficiência das pás do rotor da turbina eólica (Midgley et al., 2010). Além destas utilidades, o mercado moveleiro surge como alternativa promissora a demanda por madeira de pau de balsa, pois a mesma é utilizada na produção de compensados e laminados (Empaer, 2009). As folhas de pau de balsa também são alternativa sustentável à substituição do mercúrio no garimpo de ouro, atualmente utilizada na região de Chocó, na Colômbia (García-Cossio, Fabio et al., 2017).

Embora a madeira de pau de balsa seja considerada de baixa densidade, o mercado consumidor exige padrões específicos de densidade para sua utilização comercial, que quando colhida na idade ideal a mesma deve apresentar densidade 150 a 160 kg m⁻³. Oliveira et al. (2017) descreve que no estado de Mato Grosso os plantios da espécie apresentaram densidades de 195 e 239 kg cm⁻³, em indivíduos de quatro e 14 anos, respectivamente. Certa variabilidade é observada por Behling et al. (2019), em que o autor afirma que pouco se sabe a respeito do manejo de povoamentos homogêneos desta cultura, e que há necessidade de desenvolverem mais pesquisas nesse sentido. A busca por métodos não-destrutivos apresenta-se de

maneira constante em pesquisas florestais, em que o maior objetivo é manter a integridade do indivíduo amostrado.

Mediante a necessidade de padronização da densidade da madeira de pau-de-balsa para atender determinados mercados, e o emprego de técnicas não-destrutivas a fim de estabelecer a integridade dos indivíduos amostrados, e assim possibilitar sua posterior utilização em programas de melhoramento, pesquisas com o intuito de realizar tais operações tem sido desenvolvidas, como o realizado por Pádua et al. (2019) que comparou uso do durômetro Pilodyn com outros métodos para a determinação da densidade da madeira do eucalipto, e constatou resultados satisfatórios quando avaliados a uma altura de 1,5 m em relação ao solo.

O durômetro Pilodyn é um aparelho que foi desenvolvido para avaliar a resistência de madeiras prediais de difícil acesso. Este equipamento funciona por meio da injeção de um pino com alto teor de rigidez, sobre pressão constante na madeira, conferindo a profundidade da penetração em uma escala exposta na lateral do equipamento. A penetração do pino do equipamento na madeira, se comporta de forma inversamente proporcional, em que quanto maior a penetração, menor será a densidade da madeira, conforme descrito por Kotásková et al. (2019).

O uso deste equipamento para determinação indireta da densidade básica da madeira é recomendado por Cuellar et al. (2018), por se tratar de um equipamento de fácil manuseio e transporte, assim como compacto e resistente, além da confiabilidade dos dados amostrados, podendo ser realizada a amostragem *in situ*, mantendo assim a integridade do indivíduo analisado.

Portanto, no intuito de preservar os genótipos com a utilização de métodos não-destrutivos para manter a integridade das árvores amostradas facilitando sua posterior inserção em programas de melhoramento, o presente trabalho objetivou avaliar se o Pilodyn é eficiente para determinação indireta da densidade básica da madeira de pau de balsa.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas 20 árvores adultas de pau de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam. Urb.), de forma aleatória, em um plantio de cerca de 1,1 ha situado no

município de Alta Floresta (Figura 1), estado do Mato Grosso, com as coordenadas Lat. -9,7720685, Long. -56,0331266, distante aproximadamente 13 km do perímetro urbano. Este plantio foi instalado no ano de 2009 (árvores com 12 anos), com plantas provenientes do viveiro Flora Sinop de Sinop-MT. As plantas apresentavam altura total média de 17 m ($\pm 2,47$ m), e diâmetro a altura do peito (DAP) médio de 19,6 cm ($\pm 2,16$ cm), além de boas condições fitossanitárias.

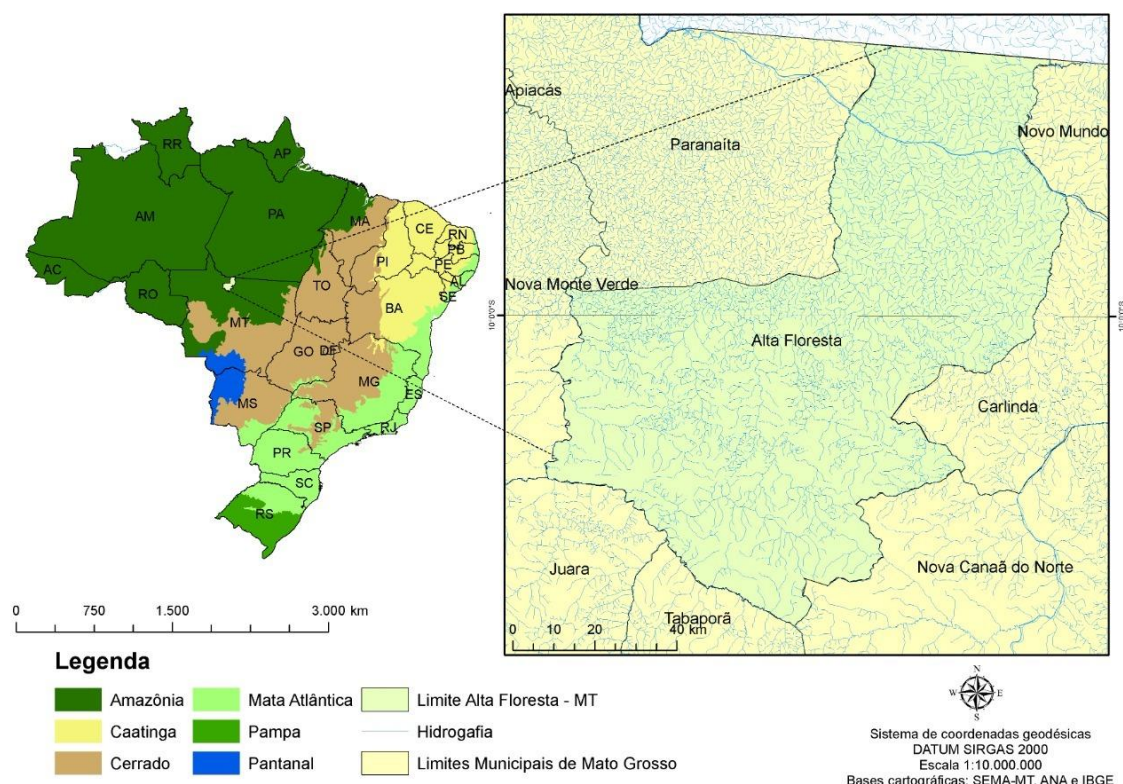


Figura 1. Localização do município do ponto de coleta de pau de balsa.

Para cada indivíduo foram determinados três pontos amostrais: na base do tronco, a 1,30 m (DAP) e a 3,10 m do solo (Figura 2). Estabelecidos os pontos de avaliação da densidade, procedeu-se a retirada da parte da casca de aproximadamente 5 x 5 cm, na face norte (N) e face sul (S) do tronco da árvore, para a inserção da agulha do durômetro (marca Pilodyn 6J Forest, fabricada pela TerraGes), o qual será denominado de Pilodyn, diretamente na madeira e, assim, coletar os dados de penetração em ambos os sentidos. Mantendo os pinos de apoio do equipamento diretamente na madeira e o aparelho disposto perpendicularmente em ângulo de 90 graus, aciona-se o gatilho do dispositivo, permitindo que a mola contraída em seu interior dispare, e favoreça a penetração da agulha fixa a ela.

Ao penetrar na madeira, o equipamento fornece a informação de resistência em uma régua graduada em centímetros. Este procedimento foi realizado nos três pontos amostrais (base, DAP e a 3,10 m), nas faces N e S em 20 do tronco, obtendo o total de 120 amostras. O sentido N-S de coleta visa estabelecer duas amostras de penetração para o mesmo ponto de amostragem, no qual posteriormente, é gerado o valor médio de penetração para cada ponto amostrado (base, DAP ou 3,10 m). Após a realização da amostragem com o Pilodyn, procedeu-se a coleta dos discos de amostragem de 5 cm, para posterior análise em laboratório. Estas amostras foram devidamente identificadas e embaladas a fim de preservar a umidade.



Figura 2. Pontos amostrais na árvore adulta de pau de balsa, Alta Floresta, 2020.

Das amostras em disco, com o auxílio de uma serra-fita, retirou-se corpos de prova com dimensões aproximadas de 5 x 2 x 3 cm, com o intuito de facilitar as mensurações no laboratório.



Figura 3. Amostragem com o Pilodyn e procedimentos laboratoriais de pau de balsa.

Desta forma, realizou-se a determinação do volume das amostras pelo método de imersão (VT). Posteriormente as amostras foram colocadas em estufa de secagem à $\pm 103^{\circ}\text{C}$, até que a massa da amostra tenha se estabilizado. Após a secagem realizou-se novamente a pesagem das amostras para estabelecer a quantidade de matéria seca (MS).

Assim, para a determinação da densidade básica da madeira (DBM), utilizou-se da equação segundo a NBR 7190 (ABNT, 1997):

$$DBM = \frac{MS}{VT}$$

Todos os dados foram tabelados e submetidos ao teste de normalidade de Shapiro – Wilk, e posteriormente realizada a análise de variância, considerando um nível de significância de $\alpha = 0,05$, análise da correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade básica da madeira de pau de balsa decresce no sentido base–topo da árvore (Figura 4). A densidade da madeira representa um aspecto muito importante para a sua classificação e sofre variações em seus valores, conforme a idade da árvore amostrada, assim como no sentido radial (medula-casca) e longitudinal (base-topo) (Sangumbe e Alberto, 2020). No entanto, dependendo da espécie em estudo, a densidade no sentido longitudinal pode ser decrescente da base para o topo, ou pode apresentar valores alternados (Sangumbe e Alberto, 2020), assim como observado para o *Pinus patula* (Rios et al., 2018).

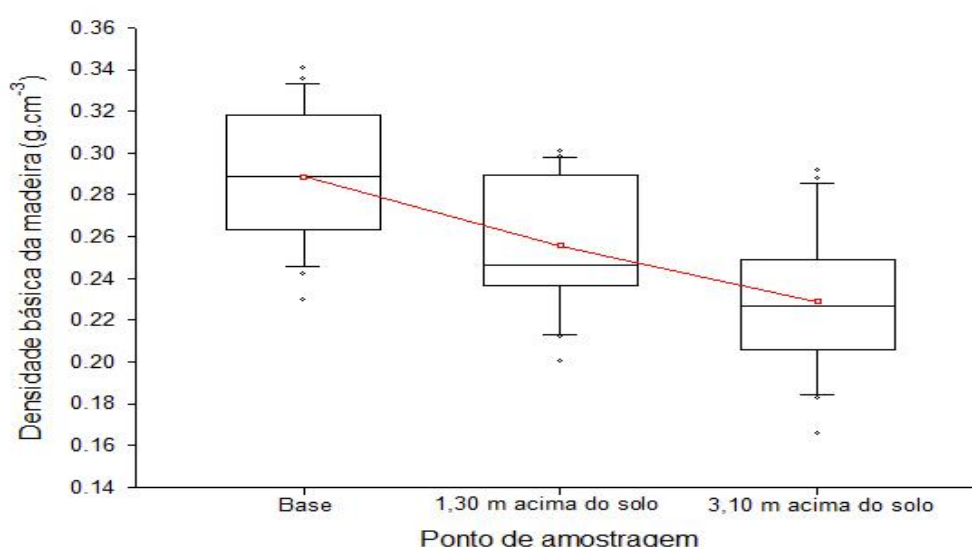


Figura 4. Perfil longitudinal da densidade básica da madeira de pau de balsa, obtidos com os corpos de prova.

O padrão de distribuição da densidade que mais se verifica no sentido base–topo é o decrescente até aproximadamente 50% em relação à altura da árvore, e torna-se posteriormente, crescente ou se mantém decrescentes, a partir deste ponto (Hsing et al., 2016). Porém, alguns indivíduos de pau de balsa tiveram valores alternados para a densidade, o que é perfeitamente aceitável, por se tratar de uma população com indivíduos provenientes de reprodução sexuada, obtidas de matrizes não conhecidas, sendo possível haver variabilidade genética entre os indivíduos. Desta forma, é esperado que ocorra diferenças no perfil de densidade no sentido base-topo de diferentes formas e assim não obedecer padrão específico (Magalhães et al., 2020).

No entanto, embora tenha sido observada algumas diferenciações na DBM de alguns indivíduos no sentido longitudinal, quando submetida à análise de variância,

não se mostrou significativa pelo teste F (Tabela 1), corroborando com dados obtidos para eucalipto, em que também não foi encontrada diferença significativa entre as posições de amostragem no tronco para a densidade básica (Jesus et al., 2019).

Tabela 1. Valores médios da densidade básica da madeira (DBM) em diferentes alturas de amostragem

Altura de Amostragem	DBM			
	Média g cm ⁻³	Desvio Padrão g cm ⁻³	Erro g cm ⁻³	Coefficiente de Variação %
Base	0,289 ^{ns}	0,033	0,007	11,36
1,3 m acima do solo (DAP)	0,246 ^{ns}	0,030	0,006	12,18
3,1 m acima do solo	0,227 ^{ns}	0,031	0,007	13,86

ns – não significativo pelo teste F da ANOVA (5%)

O perfil de disposição da penetração da agulha do Pilodyn se comporta de maneira inversamente proporcional ao perfil da DBM (Figura 5). Desta forma, quanto maior a penetração, menor será a DBM amostrada (Kotásková et al., 2019).

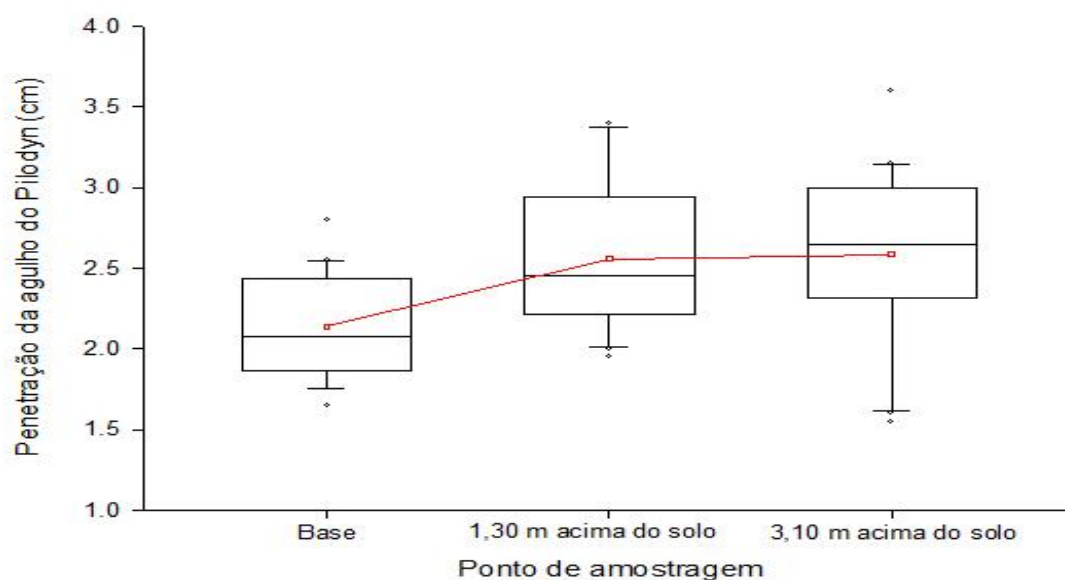


Figura 5. Perfil longitudinal de penetração de agulha do Pilodyn em madeira de pau de balsa.

Não houve efeito significativo das posições amostradas sobre a densidade básica da madeira (Tabela 1). Embora, a amostragem realizada a 1,3 m do solo apresenta menor desvio padrão em seus dados, indicando assim que neste ponto de avaliação ocorre menor erro de amostragem, e conseqüentemente garante maior confiabilidade na determinação da densidade da madeira de pau de balsa. O que corrobora com Anna et al. (2020), que utilizou o Pilodyn na determinação da densidade da madeira em *Neolamarckia cadamba*, árvore tropical perene nativa do sul e sudeste da Ásia, a uma altura de 1,3 m do solo. Pádua et al. (2019) também avaliaram a correlação da densidade básica da madeira com a altura de amostragem utilizando o Pilodyn, e os mesmos observaram maior correlação quando a amostragem foi realizada a 1,5 m de altura em relação ao solo, mantendo a proximidade com o abordado neste trabalho.

Ocorreu correlação negativa fraca entre a penetração da agulha do Pilodyn *versus* a densidade básica da madeira de pau de balsa (Figura 6). O coeficiente de determinação foi de apenas 46% para a base do tronco. Entretanto, alguns trabalhos realizados comparando a relação de penetração da agulha do Pilodyn com a densidade da madeira, também não obtiveram boa correlação entre os mesmos, assim como obtidos para as espécies *Picea abies* (Rohanová, 2020) e *Neolamarckia cadamba* (Anna et al., 2020). Essa baixa correlação entre a penetração da agulha do Pilodyn e a densidade da madeira também é observada quando realizada em amostragens abaixo da altura de 1,3 m do tronco (Pádua et al., 2019).

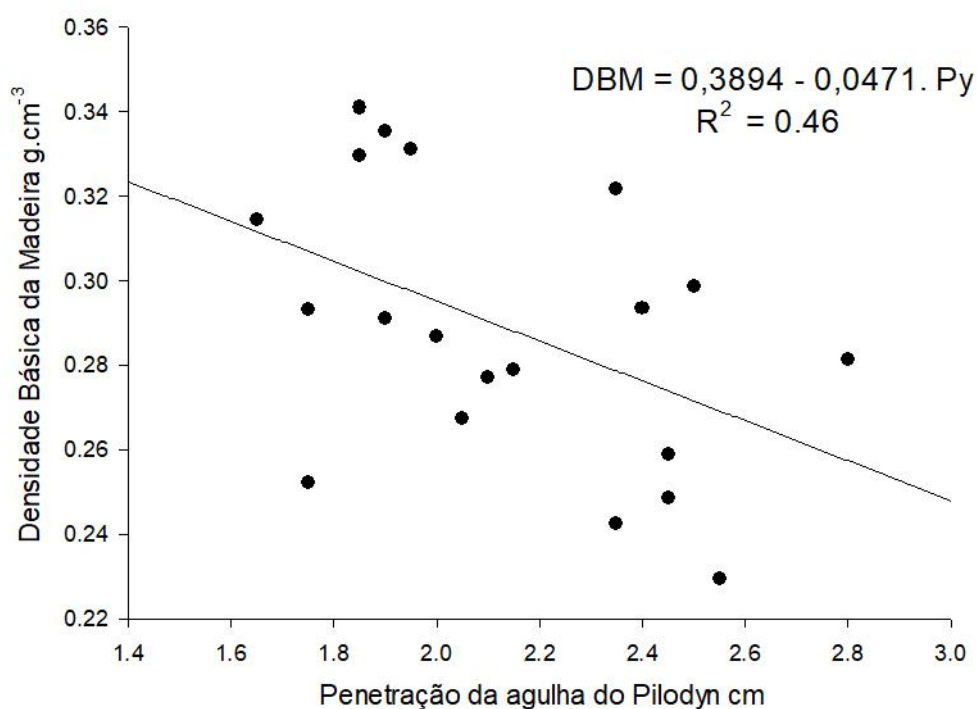


Figura 6. Relação entre a densidade básica da madeira de pau de balsa com a penetração da agulha do Pilodyn, estimada na base do tronco.

A relação entre a densidade básica da madeira de pau de balsa com a penetração da agulha do Pilodyn para a posição de 1,3 m e 3,1 m acima do solo apresentou coeficiente de determinação maior que 70% (Tabelas 7 e 8). Dados estes que mantém a confirmação de que as maiores correlações são obtidas com o Pilodyn em alturas de amostragem maiores que 1,3 m (Pádua et al., 2019).

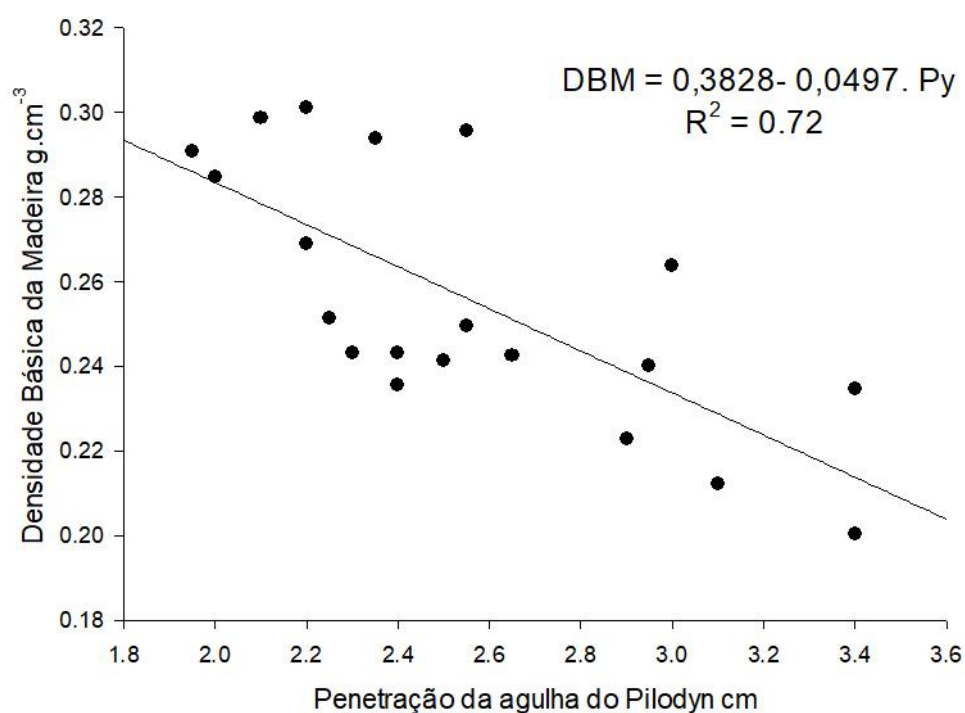


Figura 7. Relação entre a densidade básica da madeira de pau de balsa com a penetração da agulha do Pilodyn, estimada na altura de 1,30 m do solo.

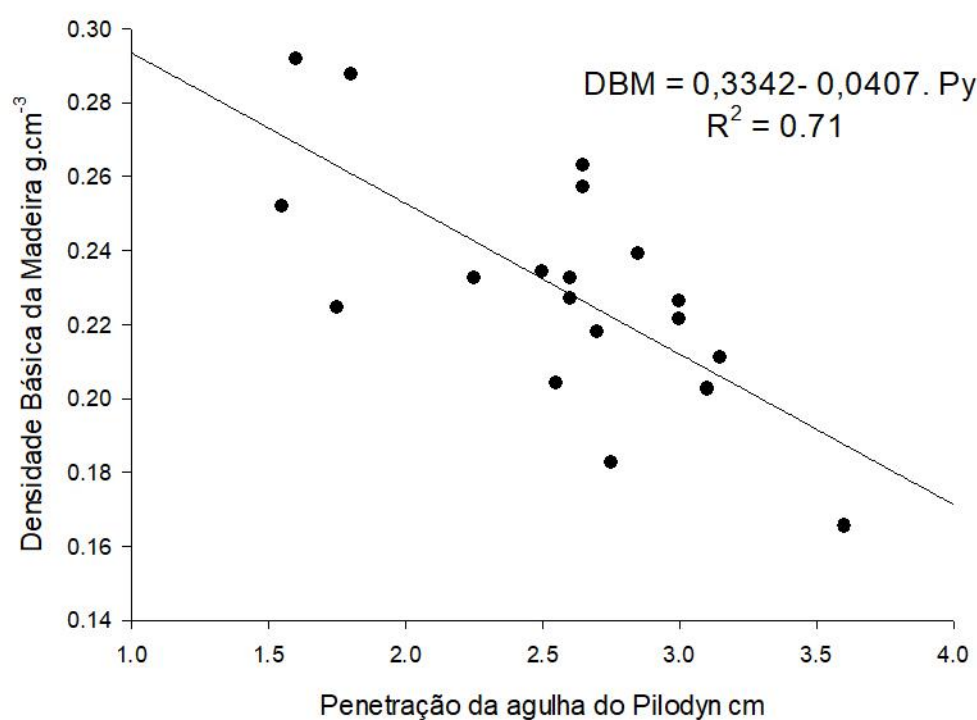


Figura 8. Relação entre a densidade básica da madeira de pau de balsa com a penetração da agulha do Pilodyn, estimada na altura de 3,1 m do solo.

O erro expresso na relação da penetração da agulha do Pilodyn com a densidade básica da madeira é menor quando realizada a amostragem a 1,3 e 3,1 m acima do solo, demonstrando segurança na utilização de ambas as equações (Tabela 2). No entanto, devemos destacar a necessidade de avaliação rápida, segura e eficaz, através de amostragem simples ao qual o indivíduo que estiver realizando o procedimento consiga realizar de forma otimizada e ergonômica. Sendo assim, embora a amostragem a 3,1 m de altura tenha apresentado bons resultados, a sua execução é dificultada pela necessidade de equipamentos adicionais para que se atinja esta altura com segurança. Assim, com a equação de amostragem a 1,3 m de altura em relação ao solo podemos determinar a densidade básica da madeira em g cm^{-3} substituindo os valores de penetração da agulha do Pilodyn expresso em cm, na posição do (Py).

Tabela 2. Representação de medidas de dispersão referentes as equações estabelecidas para cada altura amostral para a madeira de pau de balsa

Altura de Amostragem	Média g cm^{-3}	Desvio Padrão g cm^{-3}	Erro g cm^{-3}	E_r %	CV %
Base	0,292 ^{ns}	0,015	0,003	5,98	5,21
1,3 m acima do solo (DAP)	0,261 ^{ns}	0,022	0,004	0,95	8,28
3,1 m acima do solo	0,226 ^{ns}	0,022	0,005	0,13	9,95

E_r – representa o erro expresso na relação da penetração da agulha do Pilodyn com a densidade, CV – coeficiente de variação

A utilização do Pilodyn é considerada como sendo um método indireto de amostragem não-destrutivo, ou ainda semi-destrutivo (Kotásková et al., 2019), devido à lesão deixada no local de amostragem, tanto pela retirada da casca, quanto pela penetração da agulha na madeira, sendo considerada passível de ataques por insetos e patógenos. No entanto, deve-se levar em consideração a facilidade com a qual podemos realizar a amostragem e a rapidez na identificação da densidade básica da madeira de pau-de-balsa, tanto para fins comerciais quanto para fins de pesquisa, após a devida calibração.

CONCLUSÕES

O durômetro Pilodyn é eficiente para a determinação indireta da densidade básica da madeira de pau de balsa.

A altura de 1,3 m do solo e a equação $DBM = 0,3828 - 0,0477.Py$ é indicada para a avaliação da densidade da madeira de pau de balsa de forma prática e precisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de madeira: NBR 7190**. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

ANNA, N; SUPRIYANTO; KARLINASARI, L; SUDRAJAT, D. J; SIREGAR, I. Z; The growth, pilodyn penetration, and wood properties of 12 Neolamarckia cadamba provenances at 42 months old. **Biodiversitas**, Volume 21, number 3, March 2020, pages 1091-1100. ISSN: 1412-033X. E-ISSN: 2085-4722. DOI: 10.13057/biodiv/d210332

BEHLING, M; SANTIN, J. C; FARIAS, J. B; CAMARGO, D; ALIBERTI, P. R; PAIXÃO, F. L. M; LANGE, A. Crescimento de pau-de-balsa sob diferentes níveis de adubação e espaçamento, em Guarantã do Norte, MT. **Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável**. Brasília, DF. 2019 (442-453p).

CARRILLO I, VALENZUELA S, ELISSETCHE J.P. 2017. Comparative evaluation of Eucalyptus globulus and E. nitens wood and fiber quality. **IAWA J** 38 (1): 105 - 116. DOI: 10.1163/22941932-20170160.

ROJAS, G. V. **Botânica general: Desde los musgos hasta los árboles**. 1. ed. Viçosa, MG, 1997. pp. 442.

CUELLAR, J. E. B; MALLQUE, M. P. A; YOSA, L. S. Y; VIVANCO, S. Y. C; MEZA, H. A. G; LEÓN, H. M. R; RAMÍREZ, A. T. M; HILACONDO, W. E. C; Estimación indirecta de la densidad básica mediante el uso del pilodyn en la especie tornillo cedrelinga cateniformis procedente de plantaciones de diferentes edades en loreto. **Instituto Nacional de Innovación Agraria**. Primera edición, Mayo 2018 Tiraje: 1000 ejemplares.

EMPAER. **Pau-de-balsa é usado para confecção de móveis no Estado do Paraná.** 2009. Disponível em: <http://www.empaer.mt.gov.br/-/pau-de-balsa-e-usado-para-confeccao-de-moveis-no-estado-do-parana?ciclo=> Acesso em 10 de março de 2021.

HSING, T.Y; PAULA, N.F; PAULA, R.C. Características dendrométricas, químicas e densidade básica da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, 26, 273-283. 2016.

JESUS, D. S. de; BORGES, R. N; SILVA, J. S; Densidade básica e dimensões de fibra de um clone de eucalipto cultivado em diferentes locais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 36, n. 3, e26484, 2019 DOI: 10.35977/0104-1096.cct2019.v36.26484.

KOTÁSKOVÁ, P; FIALOVÁ, J; TIPPNER, J; MARKOVÁ, J. Assessment of the possibility of using modern diagnostic methods to determine the changes in the properties of timber elements installed in a river bed. **IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering** 566 (2019) 012018 doi:10.1088/1757-899X/566/1/012018

MAGALHÃES, L. G. S; LIMA, A. P. L. de; SORATO, D. N; MARTINS, S. M; SANTOS, I. F. F; Densidade básica da madeira de clones de eucalipto em diferentes espaçamentos. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n.4,p.19435-19445 apr. 2020. ISSN 2525-8761. DOI:10.34117/bjdv6n4-202

OLIVEIRA, W. C; GOES, L; QUINTILHAN, M. T; CALDEIRA, R; PINTO, A. A. de S; OLIVEIRA, A. C; PEREIRA, B. L. C; CALDEIRA, S. Propriedades da madeira de *Ochroma pyramidale* (cav. ex lamk) urban em duas idades. **III CBCTEM Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira**, Florianópolis. 2017. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/324128840>

PÁDUA, F. A. de; TOMELERI, J. O. P; FRANCO, M. P; SILVA, J. R. M. da; TRUGILHO, P. F. Recommendation of non-destructive sampling method for density estimation of the eucalyptus wood. **Maderas. Ciencia y tecnología** 21(4): 565 - 572, 2019. DOI: 10.4067/S0718-221X2019005000412

RIOS, P. D; VIEIRA, H.C; PEREIRA, G. F; TURMINA, E; NICOLETTI, M. F; Variação radial e longitudinal da densidade básica da madeira de *Pinus patula*. **Pesquisa Florestal Brasileira.**, Colombo, v. 38, e201501016, p. 1-5, 2018 doi: 10.4336/2018.pfb.38e201501016

ROHANOVÁ, A; Non-destructive penetration method for determining the quality of structural spruce wood (picea abies karst. L.) In situ. **Acta facultatis xylologiae zvolen**, 62(1): 113–123, 2020 Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene DOI: 10.17423/afx.2020.62.1.10

SANGUMBE, L. M. V; ALBERTO, L. U. J; Variação radial e longitudinal da densidade básica das madeiras de eucalyptus saligna e de pinus radiata. **Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda”** ISSN 1989-6794, Nº 66-julio 2020.

4.2 SELEÇÃO E DIVERGENCIA FENOTÍPICA EM PAU DE Balsa DE DISTINTAS PROCEDÊNCIAS

INTRODUÇÃO

O pau de balsa (*Ochroma pyramidale*), é uma espécie nativa da Amazônia, ocorrendo no Brasil e também em países vizinhos como Bolívia, Venezuela, Costa Rica, Equador e Paraguai (Mosquera et al., 2020; Tituaña e Zurita, 2020).

A madeira do pau de balsa é do tipo leve com densidade básica de 0,06 a 0,38 g cm⁻³, e apresenta elevada resistência mecânica, podendo ser aproveitada para diversas finalidades, além de possuir características pertinentes no conceito ambiental por se tratar de uma espécie de rápido crescimento e tolerante à luminosidade e recomendada para plantios mistos visando recuperação de áreas degradadas (Cañadas-López et al., 2019; Zea-Camaño et al., 2020).

Estimando como vantajoso o seu rápido crescimento, podemos destaca-la como sendo uma espécie florestal que possui um menor tempo de resposta quando comparada as demais espécies de Eucalipto e Teca, e por tanto considerada como uma opção de atividade produtiva e rentável a fim de beneficiar famílias de pequenos e médios produtores (Weirich, 2008; Cruz et al., 2020).

O cultivo do pau de balsa para fins comerciais ocupa grandes áreas no Equador devido à sua diversidade na utilização, confirmando este como o país de maior produção e comércio da espécie (García et al., 2017). No Brasil, mais especificamente no Mato Grosso, os primeiros plantios com pau de balsa foram realizados de forma especulativa, com materiais de diversas procedências e sem o emprego das práticas silviculturais adequadas, o que resultou em áreas de plantio com grande variabilidade nos padrões das árvores quanto à qualidade do fuste como na densidade da madeira. Este problema gerou grande descontentamento por parte dos agricultores, sendo necessária a busca de soluções para atender a demanda das indústrias (Behling et al., 2019).

A seleção de genótipos superiores surge como grande possibilidade de avanço da cultura do pau de balsa no Brasil. Por meio de características desejáveis, pode-se realizar a seleção de genótipos e com isso promover o desenvolvimento de plantas geneticamente superiores (Paludeto et al., 2020). No entanto, para que isso

ocorra, deve-se verificar a variabilidade das populações, e estabelecer agrupamento dos indivíduos segundo a metodologia determinada, objetivando a classificação e o parentesco dos mesmos, a fim de maximizar a seleção e o ganho genético da cultura (Rezende, 2007).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi selecionar árvores de pau de balsa superiores fenotipicamente e verificar a dissimilaridade entre elas e suas respectivas origens, afim de identificar indivíduos para a produção de madeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas as árvores de plantios de pau de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam. Urb.) implantado em janeiro de 2011 no município de Guarantã do Norte – MT (Figura 1). O município possui clima tropical chuvoso e segundo classificação de Köppen, temperaturas médias de 25 °C, altitude média de 345 m, com média anual de precipitação acima dos 2.000 mm.

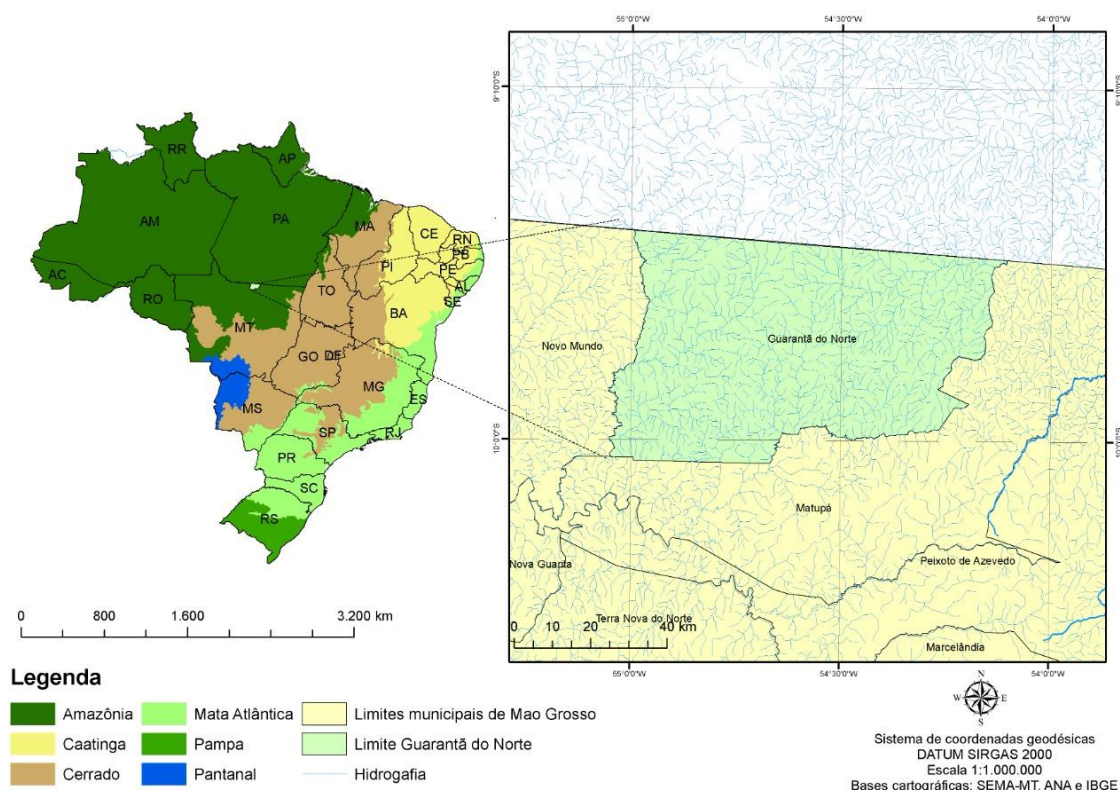


Figura 1. Mapa de localização da cidade de Guarantã do Norte – MT.

A amostragem dos indivíduos de pau de balsa foi realizada em três populações distintas (Aliança, IFMT e Sinuelo), possuindo aproximadamente 8.500

árvores no total, com sementes oriundas do Equador e do Brasil, plantadas com espaçamento de 3x3.

Destas, foram selecionadas 70 árvores, sendo 1 a 20 da área Aliança (sementes do Equador), 21 a 45 da área do IFMT e 46 a 70 da Sinuelo (ambas com sementes do Brasil). As seguintes nomenclaturas foram atribuídas: A, IF e S, nas populações Aliança, IFMT e Sinuelo, respectivamente. As áreas estão distantes geograficamente da seguinte forma: Aliança - IFMT (8,5 km); Aliança – Sinuelo (10 km); e IFMT - Sinuelo (4,5 km)

Para a seleção das 70 árvores foram consideradas as seguintes características fenotípicas: Vigor - superioridade em altura e diâmetro, retidão do tronco e ausência de bifurcação, ramificação (ângulo, espessura, altura, comprimento e número de ramos por verticilo), conicidade do tronco, comprimento de internódios, comprimento da segunda tora, qualidade da madeira, aspectos sanitários, e espessura da casca. Posteriormente, as 70 árvores foram avaliadas para as seguintes características de importância comercial:

- Altura total da árvore (HT), expressa em metros com a utilização do hipsômetro digital (Vertex®).

- Diâmetro a altura do peito (DAP), expresso em centímetros, que inicialmente foi coletada a circunferência a altura do peito (CAP) com o auxílio de fita métrica, e posteriormente foi transformada pela seguinte fórmula:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

- Densidade básica da madeira (DBM) expresso em gramas por centímetro cúbico, que por sua vez foi predita com o auxílio do Pilodyn, em que foi avaliado a penetração da agulha do equipamento na madeira da árvore, e posteriormente substituídos os valores na seguinte equação:

$$DBM = 0,3828 - 0,0477.Py$$

Foi utilizado o critério de Singh (1981) para quantificar a contribuição relativa das características avaliadas na divergência genética, e estabelecer o ranqueamento dos genótipos selecionados de acordo com as características que mais contribuíram para dissimilaridade genética.

Realizou-se também a análise multivariada por meio dos componentes principais, assim como sua dispersão bidimensional dos escores e posteriormente, calculou-se a dissimilaridade usando a distância Euclidiana padronizada. Os genótipos foram agrupados pelo método de otimização de Tocher por meio da UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Averages*).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ranqueamento dos 70 genótipos analisados os distribui em três características distintas de altura total (HT), diâmetro a altura do peito (DAP), e densidade básica da madeira (DBM). Podemos observar que as dez primeiras posições para HT são compostas por genótipos procedentes da Aliança (sementes oriundas do Equador), em que houveram a presença de árvores mais desenvolvidas em relação às demais para o caráter em questão (Tabela 1).

Já para DAP, seis dos dez primeiros colocados são representantes da área Sinuelo (sementes oriundas do Brasil), onde verificou-se os maiores DAP's juntamente com a área da Aliança. Porém, quando nos referimos a característica DBM, podemos observar que os melhores indivíduos se encontram na área Aliança, obtendo os menores valores para DBM para os genótipos A14 e A11, com 0,197 e 0,209 g cm⁻³, respectivamente. Resultados corroborados por Oliveira, et al. (2017), que observou no estado de Mato Grosso densidades de 0,195 e 0,239 g.cm⁻³. Vale ressaltar que para o mercado consumidor as madeiras de pau de balsa devem possuir baixa densidade, estando entre 100 a 170 kg m⁻³ (Faria, 2013).

Entre as árvores avaliadas podemos destacar o genótipo A09 como um candidato à matriz em programas de melhoramento da espécie, devido à superioridade nas características de DAP e HT (Tabela 1). Uma vez inserido em um programa de melhoramento, este genótipo terá a possibilidade de realizar os cruzamentos com genótipos que apresentem características de baixa densidade da madeira, e desta forma promover descendentes com as características desejáveis, ou seja, com elevado DAP e HT e baixa DBM.

Tabela 1. Ranqueamento dos 70 genótipos de pau de balsa avaliados em Guarantã do Norte, Mato Grosso, 2020

Classificação	Características e genótipos avaliados						
	HT	DAP	DBM	Classificação	HT	DAP	DBM
1 ^a	A01	S11	A14	36 ^a	S02	A12	IF12
2 ^a	A12	A09	A11	37 ^a	S09	S20	S06
3 ^a	A20	S05	A02	38 ^a	IF12	A15	S12
4 ^a	A09	S10	IF05	39 ^a	IF14	S08	S13
5 ^a	A07	S13	S17	40 ^a	IF05	S23	A04
6 ^a	A08	S07	A17	41 ^a	S23	A14	A20
7 ^a	A14	A07	A06	42 ^a	IF17	A05	IF18
8 ^a	A13	A13	A05	43 ^a	IF07	S15	IF21
9 ^a	A10	S18	IF03	44 ^a	IF24	IF10	S02
10 ^a	A18	IF08	S05	45 ^a	IF21	S22	S03
11 ^a	A19	S24	A19	46 ^a	S22	S06	S04
12 ^a	S17	IF16	A01	47 ^a	IF20	A19	S09
13 ^a	A04	IF06	A13	48 ^a	S19	IF07	S25
14 ^a	A17	S25	A03	49 ^a	IF23	IF12	A09
15 ^a	A03	S21	IF09	50 ^a	S07	IF17	IF10
16 ^a	A06	A16	S07	51 ^a	IF16	IF01	IF15
17 ^a	S11	A08	S22	52 ^a	IF08	IF13	S15
18 ^a	S04	S01	IF17	53 ^a	IF15	IF21	S24
19 ^a	S24	A04	IF25	54 ^a	IF25	IF20	IF16
20 ^a	S01	S17	A18	55 ^a	S03	A02	S10
21 ^a	S20	S12	S18	56 ^a	IF06	IF19	S16
22 ^a	S12	S09	A15	57 ^a	IF22	A06	S20
23 ^a	S13	IF04	A16	58 ^a	IF09	IF11	A12
24 ^a	A05	S16	IF02	59 ^a	IF18	IF05	A08
25 ^a	A11	IF23	IF08	60 ^a	S06	IF15	IF07
26 ^a	S25	S02	IF23	61 ^a	A02	IF18	IF19
27 ^a	S16	A18	S21	62 ^a	IF19	A03	S23
28 ^a	S21	A10	IF13	63 ^a	IF10	IF22	IF20
29 ^a	IF13	A01	A07	64 ^a	IF02	IF24	S14
30 ^a	S15	S19	IF04	65 ^a	IF01	A17	IF22
31 ^a	S10	IF25	IF06	66 ^a	S08	IF14	S08
32 ^a	S18	S03	A10	67 ^a	IF04	IF09	S01
33 ^a	A15	A20	IF14	68 ^a	IF03	IF02	S19
34 ^a	A16	S14	S11	69 ^a	S05	A11	IF24
35 ^a	IF11	S04	IF01	70 ^a	S14	IF03	IF11

HT- Altura total (m); DAP- Diâmetro a altura do peito (cm); DBM- Densidade básica da madeira (g cm⁻³).

No dendrograma dos genótipos avaliados, com o coeficiente cofenético ajustado para 1,0, podemos verificar a formação de diversos grupos, de acordo com a proximidade das características entre eles (Figura 2). Observa-se que os genótipos 11 (A11) e 47 (S02) aparecem nas extremidades. No entanto, os genótipos 9 (A09) e 23 (IF03) são os que se apresentam mais distantes com $d_{ii} = 1,32$, e os mais próximos são os genótipos 47 (S02) e 54 (S09) com $d_{ii} = 0,02$ (Figura 2). Quando se observa a origem, verifica-se a proximidades entre os genótipos de origem brasileira (S02-S09), e o distanciamento com o genótipo de origem equatoriana (A09). Analisando a possibilidade de seleção de possíveis genótipos para inserção em programas de pré-melhoramento, vale destacar os genótipos 9 (A09) e 23 (IF03), visto possuírem a maior distância euclidiana entre eles, o que indica que o cruzamento realizado entre

ambos pode gerar descendentes com alta variabilidade heterótica dos caracteres de interesse (Shivani e Sreelakshmi, 2013), possibilitando a chance de selecionar superiores.

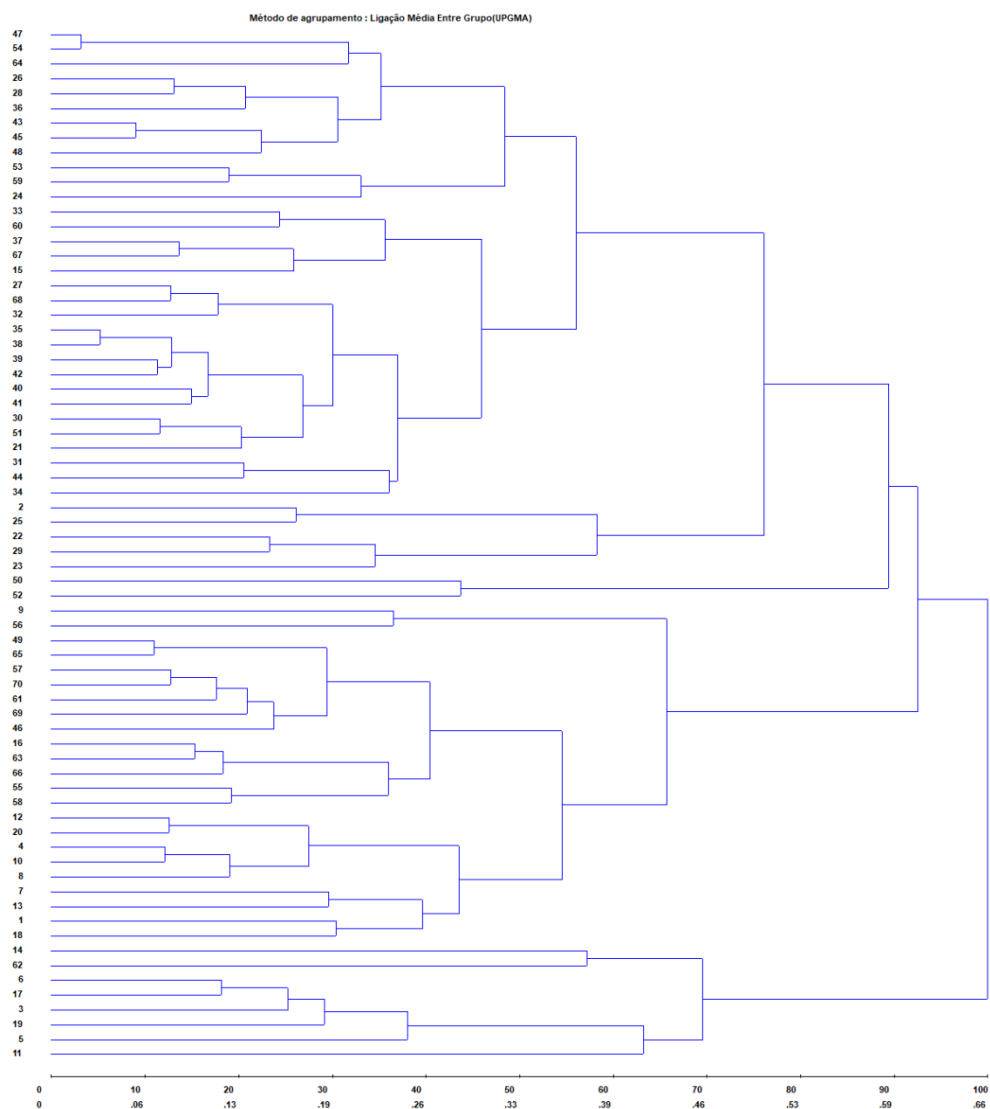


FIGURA 2. Dendrograma representativo da dissimilaridade de 70 genótipos de pau de balsa obtidos por meio da distância Euclidiana, e agrupados pelo método de Ligação Média Entre Grupos (UPGMA). Considerando as características de altura total (HT), diâmetro a altura do peito (DAP), densidade básica da madeira (DBM). 1=A01; 2=A02; 3=A03; 4=A04; 5=A05; 6=A06; 7=A07; 8=A08; 9=A09; 10=A10; 11=A11; 12=A12; 13=A13; 14=A14; 15=A15; 16=A16; 17=A17; 18=A18; 19=A19; 20=A20; 21=IF01; 22=IF02; 23=IF03; 24=IF04; 25=IF05; 26=IF06; 27=IF07; 28=IF08; 29=IF09; 30=IF10; 31=IF11; 32=IF12; 33=IF13; 34=IF14; 35=IF15; 36=IF16; 37=IF17; 38=IF18; 39=IF19; 40=IF20; 41=IF21; 42=IF22; 43=IF23; 44=IF24; 45=IF25; 46=S01; 47=S02; 48=S03; 49=S04; 50=S05; 51=S06; 52=S07; 53=S08; 54=IF09; 55=S10; 56=S11; 57=S12; 58=S13; 59=S14; 60=S15; 61=S16; 62=S17; 63=S18; 64=S19; 65=S20; 66=S21; 67=S22; 68=S23; 69=S24; 70=S25.

O genótipo 9 (A09) apresentou a 4ª melhor média para HT e a 2ª melhor média para DAP (Tabela 1). Já o genótipo 23 (IF03) apresentou a 9ª melhor média para a DBM, representando, portanto, a 9ª menor DBM, características essas desejáveis para o melhoramento da espécie.

Após realização da otimização de agrupamento pelo método de Tocher, considerando as características de HT, DAP e DBM entre os 70 genótipos avaliados, podemos observar a distinção de 9 grupos, onde considera-se os genótipos como similares dentro de cada grupo (Tabela 2).

Os grupos I e II representam os maiores grupos entre os demais, apresentando aproximadamente 34 % dos genótipos analisados cada. Enquanto os demais grupos III, IV e V apresentam aproximadamente 7% cada, e os grupos VI, VII e VIII apresentam cerca de 3% cada, e por fim o grupo IX com um genótipo apenas. O agrupamento proposto pelo método de Tocher nos auxilia na seleção dos genótipos superiores presentes em cada grupo, podendo realizar o cruzamento entre eles para obtenção de progênieis visando o ganho genético para a espécie.

Tabela 2. Agrupamento dos 70 genótipos de pau-de-balsa, considerando as características de HT, DAP, DBM mediante a distância Euclidiana média e pela técnica de otimização de Tocher

Grupos	Genótipos																		
I	47	54	61	57	70	66	16	69	63	58	46	49	65	4	60	10	15	8	18
	55	7	68	33	32														
II	35	38	39	42	40	41	27	51	30	21	44	34	53	37	67	48	22	29	
	31	64	43	45	24	59													
III	12	20	1	19	13														
IV	26	28	36	52	50														
V	6	17	3	5	25														
VI	9	56																	
VII	2	23																	
VIII	14	64																	
IX	11																		

HT- Altura total (m); DAP- Diâmetro a altura do peito (cm); DBM- Densidade básica da madeira (g.cm^{-3}). 1=A01; 2=A02; 3=A03; 4=A04; 5=A05; 6=A06; 7=A07; 8=A08; 9=A09; 10=A10; 11=A11; 12=A12; 13=A13; 14=A14; 15=A15; 16=A16; 17=A17; 18=A18; 19=A19; 20=A20; 21=IF01; 22=IF02; 23=IF03; 24=IF04; 25=IF05; 26=IF06; 27=IF07; 28=IF08; 29=IF09; 30=IF10; 31=IF11; 32=IF12; 33=IF13; 34=IF14; 35=IF15; 36=IF16; 37=IF17; 38=IF18; 39=IF19; 40=IF20; 41=IF21; 42=IF22; 43=IF23; 44=IF24; 45=IF25; 46=S01; 47=S02; 48=S03; 49=S04; 50=S05; 51=S06; 52=S07; 53=S08; 54=S09; 55=S10; 56=S11; 57=S12; 58=S13; 59=S14; 60=S15; 61=S16; 62=S17; 63=S18; 64=S19; 65=S20; 66=S21; 67=S22; 68=S23; 69=S24; 70=S25.

A distribuição percentual dos autovalores associados aos componentes principais das características de HT, DAP e DBM, em que as duas primeiras características principais correspondem a 43,22% e 38,02% respectivamente, explicando assim 81,24% de toda a variância das características em análise (Tabela 3). Desta forma, a representação gráfica bidimensional dos escores dos componentes principais pode ser realizada segundo Cruz e Regazzi (2001), quando a soma dos dois primeiros componentes principais responde acima de 80% do total da variância.

Tabela 3. Estimativa dos autovalores associados aos componentes principais das características HT, DAP, DBM. Para a seleção de genótipos de pau-de-balsa

Componente Principal	Autovalores		
	Raiz	Raiz (%)	(%) Acumulada
CP1	1,30	43,22	43,22
CP2	1,14	38,02	81,24
CP3	0,56	18,75	100

HT- Altura total (m); DAP- Diâmetro a altura do peito (cm) DBM- Densidade básica da madeira (g.cm⁻³).

Na dispersão bidimensional dos escores, podemos observar o distanciamento entre os indivíduos 9 (A09) e 23 (IF03), assim como na distância euclidiana, apresentando a variabilidade fenotípica entre ambos (Figura 3). Considerando em sua totalidade os 70 genótipos, segundo a dispersão dos escores das características principais, houve o agrupamento dos indivíduos mais próximos estabelecendo, portanto, três diferentes grupos. Embora inicialmente tenha indivíduos de sementes provenientes do Brasil e do Equador, o agrupamento destes indivíduos destaca um grupo separado formado por genótipos provenientes do Equador, com exceção do indivíduo 62 (S17), que seria o único genótipo proveniente do Brasil neste grupo.

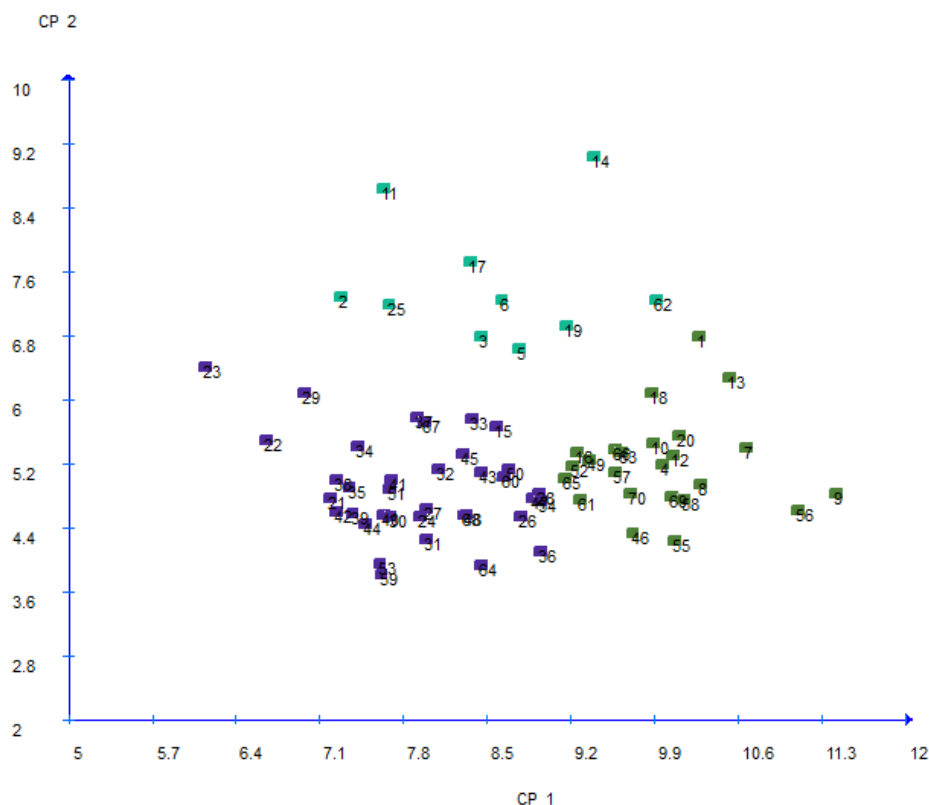


Figura 3. Dispersão bidimensional dos escores das características principais C1 e C2 de 70 genótipos de pau de balsa, considerando HT, DAP e DBM.

A variável DAP foi a que mais contribuiu para a divergência entre os 70 genótipos, com 58,34 %, seguido pela HT do indivíduo com 40,86 %. Enquanto a DBM contribuiu apenas com 0,8 % para a divergência (Tabela 4). No entanto, embora sua representatividade seja baixa, a mesma não deixa de ser menos importante que as demais características, principalmente por se tratar da madeira de pau de balsa em particular.

Tabela 4. Contribuição relativa dos caracteres para a divergência – SINGH (1981), com médias não padronizadas de 70 genótipos de pau-de-balsa

Contribuição relativa de SINGH (1981)		
Variável	S.j	Valor (%)
HT	39911,81	40,86
DAP	566991,28	58,34
DBM	779,79	0,80

HT- Altura total (m); DAP- Diâmetro a altura do peito (cm); DBM- Densidade básica da madeira (g.cm^{-3}).

Na seleção de genótipos para incorporar programas de melhoramento genético, é preciso estabelecer as características desejáveis da espécie em questão, e determinar o modelo de agrupamento que melhor se adeque as suas necessidades (Bertan et al., 2006). Assim, para a inserção de indivíduos de pau de balsa em programas de melhoramento, devemos priorizar genótipos que se destaquem na produção de madeira, com maiores valores de DAP e HT. No entanto, devemos nos atentar as características da madeira, como a densidade básica, e assim selecionar indivíduos que atendam aos requisitos do mercado. Desta forma, destacam-se os genótipos A09 e A14, o primeiro possuindo bons números para HT e DAP, e o segundo para HT e baixa densidade básica da madeira.

CONCLUSÕES

Foi identificada divergência entre os genótipos avaliados, possibilitando a formação de 9 diferentes grupos.

Foram selecionados os genótipos equatorianos A01, A09 e A14. Os dois primeiros por apresentar boas características para a produção de madeira, e o terceiro por apresentar a menor densidade básica da madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHLING, M; SANTIN, J. C; FARIAS, J. B; CAMARGO, D; ALIBERTI, P. R; PAIXÃO, F. L. M; LANGE, A. Crescimento de pau-de-balsa sob diferentes níveis de adubação e espaçamento, em Guarantã do Norte, MT. **Embrapra Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável**. Brasília, DF. 2019 (442-453p).

BERTAN, I; CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C. de; VIEIRA, E. A; HARTWIG, I; SILVA, J. A. G. da; SHIMIDT, D. A. M; VALÉRIO, I. P; BUSATO, C. C; RIBEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 279-286, jul-set, 2006.

CAÑADAS-LÓPEZ, Á.; RADE-LOOR, D.; SIEGMUND-SCHULTZE, M.; MOREIRA-MUÑOZ, G.; VARGAS-HERNÁNDEZ, J.J.; WEHENKEL, C. Growth and yield models

for balsa wood plantations in the coastal lowlands of Ecuador. **Forests** 2019, 10, 733. <https://doi.org/10.3390/f10090733>

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. ed. rev. Viçosa: UFV, 390 p. 2001.

CRUZ, V. da S. da; YAMASHITA, O. M; KARSBURG, I. V; CARVALHO, M. A. C. de; DALLACORT, R; ROSSI, A. A. B; SILVA, I. V. Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Ochroma pyramidale*. **Nativa**, Sinop, v. 8, n. 2, p. 239-245, mar./abr. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v8i2.8266>

FARIA, G. **Informações obtidas em pesquisa poderão viabilizar mercado de pau de balsa.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1489283/informacoes-obtidas-em-pesquisa-poderao-viabilizar-mercado-de-pau-de-balsa#:~:text=em%20Mato%20Grosso.-,Sem%20materiais%20gen%C3%A9ticos%20selecionados%2C%20as%20%C3%A1rvores%20cultivadas%20no%20estado%20s%C3%A3o,m%C2%B3%20a%20170%20kg%2Fm%C2%B3>. Acesso em 03, fevereiro, 2021.

GARCÍA, Y.; ARTEAGA, Y.; ABREU, R.; DECKER, M; LAZO, Y. Quality indicators in *Ochroma pyramidale* seeds from three sites in the Ecuadorian Amazon for reforestation in degraded areas. **MOL2NET, International Conference Series on Multidisciplinary Sciencies**. 2017,3 DOI:10.3390/mol2net-03-014356.

MOSQUERA, Y. B. S; TORRES, J. J. T; PALACIOS, Y. Y. A. Durabilidad natural de la madera de *Ochroma pyramidale* Urb. en el municipio de Atrato, Colombia. **Entramado**. Enero - Junio, 2020 vol. 16, no. 1, p. 192-202 <https://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6105>

OLIVEIRA, W. C; GOES, L; QUINTILHAN, M. T; CALDEIRA, R; PINTO, A. A. de S; OLIVEIRA, A. C; PEREIRA, B. L. C; CALDEIRA, S. Propriedades da madeira de *Ochroma pyramidale* (cav. ex lamk) urban em duas idades. **III CBCTEM Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira**, Florianópolis. 2017. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/324128840>

PALUDETO, J. G. Z., PEREK, M., MUNHOZ, L. V., SANTOS, J. R. M., PESCK, V. A.; TAMBARUSSI, E. V. Variabilidade genética em população base de *Eucalyptus*

viminalis em idade juvenil. **Scientia Forestalis**, 2020. 48(126), e3081. <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n126.07>

Resende, M. D. V. Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético (561 p.) 2007. Colombo: **Embrapa Florestas**.

SHIVANI, D.; SREELAKSHMI, C. Genetic divergence studies in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm lines. **Electronic Journal of Plant Breeding**. 4:1184-1187, 2013.

TITUAÑA, T. W. F.; ZURITA, M. K. F. Estudio del perfil fitoquímico y reológico de dos Variedades de plantas mucilaginosas del cantón LA MANÁ: *Herrania balaensis* y *Ochroma pyramidale*. **UTC**. Latacunga. 2020 130 p.

WEIRICH, N. E. **Diretrizes técnicas para o cultivo do pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*) no Estado de Mato Grosso**. Cuiabá: SEDER-MT, 2008. 22 p.

ZEA-CAMAÑO, J.D.; SOTO, J.R.; ARCE, J.E.; PELISSARI, A.L.; BEHLING, A.; ORSO, G.A.; GUACHAMBALA, M.S.; EISFELD, R.L. Improving the Modeling of the Height–Diameter Relationship of Tree Species with High Growth Variability: Robust Regression Analysis of *Ochroma pyramidale* (Balsa-Tree). **Forests** 2020, *11*, 313. <https://doi.org/10.3390/f11030313>

4.3 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PAU DE Balsa COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB

INTRODUÇÃO

O *Ochroma pyramidale*, pertencente à família da Malvaceae, é popularmente conhecido no Panamá e Região Centro América como *balso*, *balsa*, ou *lano*, em El Salvador como *algodón*, na Colômbia como *túcumo*, e pau de balsa no Brasil. É uma espécie nativa da região Amazônica, com ocorrência no Brasil e também em países vizinhos como Bolívia, Venezuela, Costa Rica, Equador e Paraguai (Romám et al., 2012; Morante-Alarcón et al., 2017 Mosquera et al., 2020;).

O pau de balsa possui vasta diversidade em sua utilização, desde o uso para a indústria náutica e aeronáutica, artesanato, movelaria e fins medicinais. Assim como na sua utilização em programas de recuperação de áreas degradadas, por se tratar de espécie de crescimento rápido, condicionando o ambiente para o desenvolvimento de espécies posteriores (Weirich, 2008; Ramos-Corrales, 2016; García et al., 2017).

Com a possibilidade de uma crescente demanda de mercado conciliada ao rápido crescimento da cultura, ocorre a intensificação de cultivos comerciais. No entanto, parte destes cultivos surgiram de forma especulativa, com baixa tecnologia e pouco conhecimento sobre a mesma, promovendo cultivos com variabilidade fenotípica e, conseqüentemente, baixa padronização dos indivíduos, dificultando, portanto, o manejo, o cultivo e o rendimento do empreendimento (Gomes e Paiva, 2011).

No entanto, embora esta planta tenha utilidade para diversos fins, não se há relatos de clones para cultivos comerciais, havendo, portanto, a necessidade de desenvolver pesquisas para selecionar genótipos superiores que possam ser propagados vegetativamente para a implantação dos plantios comerciais (Zanetti et al., 2019).

O processo de estaquia surge como alternativa para a propagação vegetativa da espécie, possibilitando a reprodução de árvores superiores com as características desejadas, além da padronização do cultivo comercial, já que os indivíduos propagados serão clones do genótipo selecionado e, portanto, desenvolverão as características desejadas no processo de seleção (Modenezi, 2019).

Nesse sentido, pesquisas para propagação vegetativa com pau de balsa foi realizado no Brasil por Modenezi (2019) e no Equador por González Chiquito (2012). O autor equatoriano realizou o experimento para três espécies nativas amazônicas, mas para o pau de balsa não obteve sucesso. Já Modenezi (2019) indica que obteve enraizamento com a concentração de 6000 mg L⁻¹ de AIB (Ácido Indol Butírico), 60 dias após aplicação do AIB.

Desta forma, viu-se a necessidade de validar o método já existente na literatura, a fim de confirmar se será obtido tal resultado para então de propô-lo ao setor florestal do estado de Mato Grosso, a fim de obter plantas homogêneas.

Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do Ácido Indol Butírico (AIB) na propagação vegetativa do pau de balsa por meio de estaquia.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos. No experimento 1 (E1) o material vegetativo foi coletado no município de Guarantã do Norte – MT (Figura 1), de indivíduos previamente selecionados, que apresentam características superiores. O município possui clima tropical de monções, com nítida estação seca segundo classificação de Köppen, com média pluviométrica de 2.000 mm, temperatura em torno de 25°C e altitude média de 345 m (Alvares et al., 2013).

Já o experimento 2 (E2), o qual foi a replicação do experimento 1, as amostras foram retiradas em Alta Floresta – MT (Figura 1). Neste caso, os indivíduos também foram previamente selecionados, com características superiores. O município possui clima tropical de monções, com nítida estação seca segundo classificação de Köppen, com média pluviométrica de 2.200 mm, temperatura em torno de 25°C e altitude média de 283 m (Alvares et al., 2013; Caioni et al., 2014).

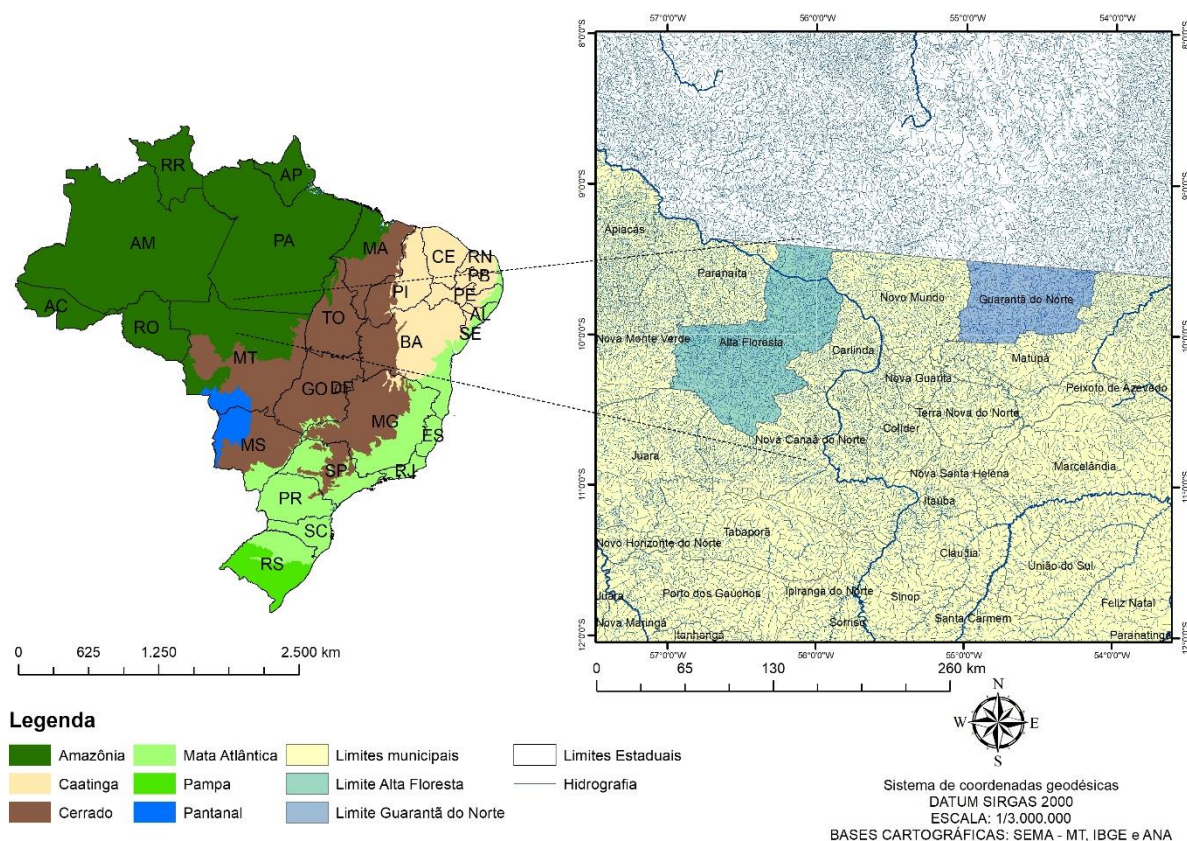


Figura 1. Localização da cidade de Alta Floresta e Guarantã do Norte – MT.

Em Guarantã do Norte a amostragem dos indivíduos de pau de balsa foi realizada em duas populações (Aliança, IFMT), distantes geograficamente 8,5 km. Foram coletadas estacas provenientes de 10 matrizes, previamente selecionadas, formando um *mix* amostral de 240 estacas para compor os tratamentos.

O E2 foi realizado 90 dias após a finalização do E1 e tomando medidas de prevenção quanto à perda de umidade das estacas. Realizou-se, portanto, a coleta, esterilização e implantação dos tratamentos no próprio local de coleta. Mantendo a mesma quantidade amostral realizada no E1.

Para ambos os experimentos (E1 e E2) foi realizada a adaptação do protocolo de propagação via estaquia desenvolvido por Modenezi (2019). Para tanto, foram utilizadas estacas herbáceas, com 20 cm de comprimento, sem folhas, com diâmetro entre médio e grosso (1 a 2 cm), retiradas da parte basal, plantadas em substrato de areia. Tais estacas foram submetidas ao tratamento com cinco concentrações de AIB (2000, 4000, 6000, 8000 e 10 000 mg L⁻¹ de AIB) e a testemunha (0 mg L⁻¹ de AIB).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, consistindo de 10 unidades experimentais por repetição e quatro repetições por tratamento. As estacas foram lavadas em balde contendo água e posteriormente tiveram sua base submersa, por 10 segundos, em solução, contendo os respectivos tratamentos de AIB, previamente diluído em 50% de álcool etílico (98°GL) e 50% de água destilada. O estaqueamento foi realizado em embalagens plásticas própria para mudas, com capacidade de volume de 290 cm³, contendo areia esterilizada. A condução dos experimentos (E1 e E2) foi realizada em Alta Floresta – MT, no viveiro Verdes Nobres, instalado sob telado de sombrite 50%, em condições naturais de temperatura, com 4 aspersões diárias de quinze minutos cada. Foram avaliadas as estacas após 60 dias, e avaliadas as seguintes variáveis:

- a) Sobrevivência
- b) Formação de calosidade
- c) Formação de raízes

Realizou-se o teste de normalidade, e em seguida os dados foram transformados pela equação raiz quadrada de $y_{raiz}=(y+1,0)^{0,5}$, e posteriormente submetidos a análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 60 dias após o estabelecimento do E1, foi possível identificar uma quantidade de indivíduos vivos de 38,75 % em relação ao número total (Figura 2) valores superiores ao encontrado por González Chiquito (2012), onde o mesmo tentou propagar vegetativamente por meio da estaquia o pau de balsa.

Os indivíduos sobreviventes, 47,5 % foram estabelecidos pelo tratamento com 8.000 mg L⁻¹ de AIB, seguidos pelos 45 % obtidos com 2.000 mg. L⁻¹ de AIB, e 40 % com o tratamento sem a presença de AIB. No entanto, não houve efeito das doses de AIB ($p > 0,05$). Ao verificar os resultados obtidos por Modenezi (2019), observamos que a presença ou ausência do AIB nesta pesquisa obteve resultados similares para aos verificados pelo autor para a sobrevivência das estacas. O autor também menciona que a melhor porcentagem de sobrevivência foi obtida em estacas de diâmetro grosso, sem a concentração de AIB.

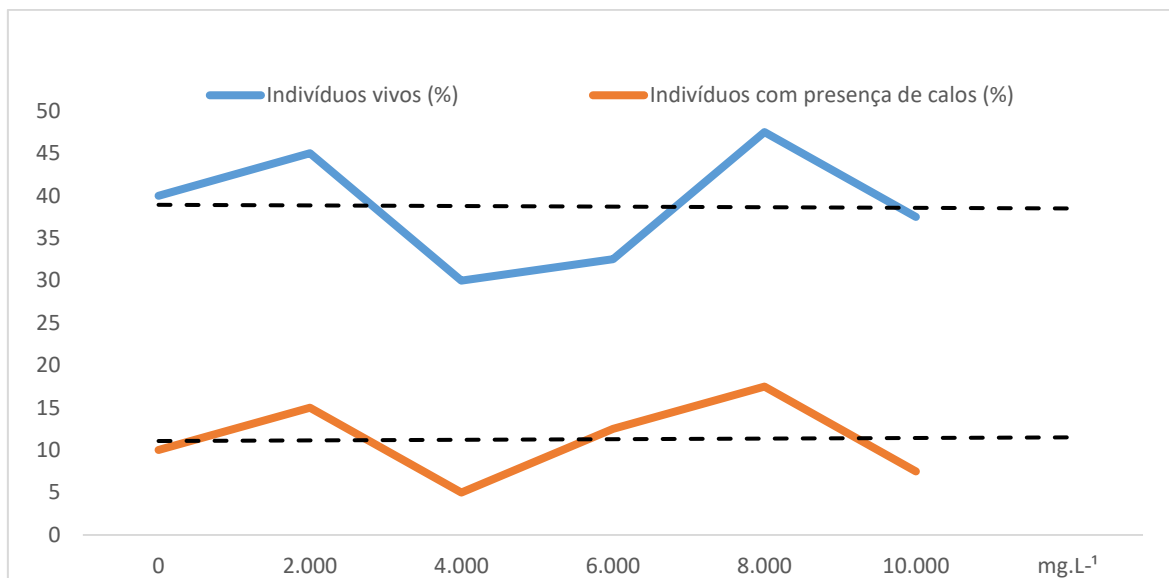


Figura 2. Porcentagem de indivíduos vivos de estacas de pau de balsa, e com presença de calos após 60 dias, sob diferentes concentrações de AIB.

Ao analisar a porcentagem de indivíduos vivos com presença de calos (Figura 3), se percebe uma baixa nos valores, porém os mesmos mantêm um perfil próximo aos apresentados para a sobrevivência. Estudo desenvolvido por Altoé et al. (2011), demonstra resultados para sobrevivência e enraizamento, acima de 90 % em estacas de *Psidium guineense*. Já González Chiquito (2012) não obteve sucesso na propagação vegetativa por estaquia do pau de balsa, em que não conseguiu indivíduos vivos ao fim da avaliação, concluindo que a espécie seja propagada apenas sexualmente, no entanto, vale destacar que existem formas de propagar vegetativamente espécies florestais, e uma delas é a micropropagação, que vem sendo uma das principais formas de propagação *in vitro* de genótipos selecionados (Oliveira et al., 2013).



Figura 3. Estaca de pau de balsa viva com presença de calos e estaca após 60 dias.

Embora tenha ocorrido a presença de calosidade em alguns indivíduos, e que outros ainda tenham se mantidos vivos durante os 60 dias, não foram o suficiente para estabelecer o desenvolvimento de raízes nas estacas, contrariando os resultados apresentados por Modenezi (2019), onde o mesmo obteve formação de raízes em estacas após os 60 dias, com a concentração de 6000 mg L^{-1} de AIB.

A formação de calos e raízes na maioria das plantas não está relacionada. Porém, em algumas espécies isso não se aplica, e os calos surgem como um antecessor da formação radicular. No entanto, estes processos estão relacionados as concentrações de auxinas e citocininas presentes nos indivíduos, assim como o estágio de desenvolvimento dos tecidos (Hartmann et al., 2011; Almeida et al., 2015).

Um fator que contribui para a dificuldade da propagação vegetativa por estaquia do pau de balsa, é o diâmetro dos vasos. Pois devido a característica da espécie em possuir vasos maiores, a perda de fluido se apresenta de forma mais rápida que em outras espécies, facilitando a desidratação do material vegetativo, e assim inviabilizando o mesmo (González Chiquito, 2012).

Levando em consideração a possível desidratação das estacas no E2, o mesmo foi conduzido tomando todas as medidas para minimizar a perda de umidade das estacas. Para tal coletou-se as estacas no mesmo local em que o experimento foi conduzido, bem como esterilização e implantação dos tratamentos feito no local de coleta (González Chiquito, 2012; Modenezi, 2019). Entretanto, não houve melhora nos resultados do experimento implantado em relação ao anterior, obtendo 100 % de indivíduos mortos ao fim dos 60 dias.

CONCLUSÃO

Não há efeito do AIB na propagação vegetativa do pau de balsa por meio de estaquia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.; GRANER, E. M. ; BRONDANI, G. E. ; OLIVEIRA, L. S. ; ARTIOLE, F. ; ALMEIDA, L. V. ; LEONE, G.F. ; BACCARIN, F. J. B. ; ANTONELLI, P. O. ; CORDEIRO, G.M. ; OBERSCHELP, G. P. J.; BATAGIN-PIOTTO, K. D. . Plant morphogenesis: theoretical bases. **Advances Forest Science**, Cuiabá, v. 2, p. 13-22, 2015
- ALTOÉ, J. A.; MARINHO, C. S.; TERRA, M. I. C.; BARROSO, D. G. Propagação de araçazeiro e goiaba via miniestaquia de material juvenil. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 312-318, 2011.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013. <https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- CAIONI, C.; CAIONI, S.; SILVA, A.C.S.; PARENTE, T. L.; ARAÚJO, O. S. Análise da distribuição pluviométrica e de ocorrência do fenômeno climático ENOS no município de Alta Floresta/MT. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19, p.2656-2666, 2014.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; JUNIOR DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. New Jersey: Englewood Clippis, 2011. 900 p.
- GARCÍA, Y.; ARTEAGA, Y.; ABREU, R.; DECKER, M; LAZO, Y. Quality indicators in *Ochroma pyramidale* seeds from three sites in the Ecuadorian Amazon for reforestation in degraded areas. **MOL2NET, International Conference Series on Multidisciplinary Sciencies**. 2017,3 DOI:10.3390/mol2net-03-014356.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: Propagação sexuada**. Viçosa: Ed. UFV, 2011. 116 p.

GONZÁLEZ CHIQUITO, S. D. **Propagación asexual mediante esqueje de las especies forestales laurel cordia alliodora, balsa ochroma pyramidale, guayacán tabebuia crysantha, con la aplicación de tres dosis de sustratos en los predios de la “unesum” en el cantón puerto lópez.** Jipijapa– Manabí – Ecuador, 2012. 86p. Tese universidad estatal del sur de manabí.

MODENEZI, R. M. **Propagação por estaquia de Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urban. (Pau de Balsa).** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2019. 85p. (Dissertação – Mestrado em ciências).

MORANTE-ALARCÓN, V. E.; ROJAS-IDROGO, C.; DELGADO-PAREDES, G. E. In vitro plant propagation and partial organogenesis in palo de balsa [*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban.]. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences.** 7(2):73-82, 2017.

OLIVEIRA, L. S. de; DIAS, P. C; BRONDANI, G. E. Micropropagação de espécies florestais brasileiras. **Pesquisa Florestal Brasileira.** v33, 76:439-453. 2013.

ROMÁN, F.; LIONES, R de.; SAUTU, A.; DEAGO, J.; HALL, J. S. **Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el Neotrópico.** Yale School of Forestry & Environmental Studies. Environmental Leadership and Training Initiative – ELTI. 2012, 83p.

MOSQUERA, Y. B. S; TORRES, J. J. T; PALACIOS, Y. Y. A. **Durabilidad natural de la madera de *Ochroma pyramidale* Urb. en el municipio de Atrato, Colombia.** Entramado. Enero - Junio, 2020 vol. 16, no. 1, p. 192-202 <https://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6105>

WEIRICH, N. E. **Diretrizes técnicas para o cultivo do pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*) no Estado de Mato Grosso.** Cuiabá: SEDER-MT, 2008. 22 p.

ZANETTI, G.T; FIGUEREDO, P. E; SANTIN, J. C; BENDAHAN, A. B; ROSSI, A. A. B; BEHLING, M; HOOGERHEIDE, E. S. S. Seleção de *ochroma pyramidale* visando propagação vegetativa. **Congresso brasileiro de melhoramento de plantas.** 10ed CBMP. Aguas de lindóia, SP. 2019

5. CONCLUSÕES GERAIS

O uso do durômetro Pilodyn é eficiente na determinação indireta da densidade básica da madeira de pau de balsa.

Foi identificada divergência entre os genótipos avaliados, possibilitando a formação de 9 diferentes grupos.

Foram selecionados três genótipos equatorianos A01, A09 e A14. Os dois primeiros por apresentar boas características para a produção de madeira, e o terceiro por apresentar a menor densidade básica da madeira.

Quanto a propagação não houve efeito do AIB nas estacas de pau de balsa.