

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**ANA JÚLIA DE MELO SILVA**

**Estimativa de parâmetros genéticos para seleção em teste de progênies aos quatro anos  
de *Tectona grandis***

**MONTE CARMELO  
2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**ANA JÚLIA DE MELO SILVA**

**Estimativa de parâmetros genéticos para seleção em teste de progênes aos quatro anos  
de *Tectona grandis***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Florestal, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Daniele Aparecida  
Alvarenga Arriel

MONTE CARMELO  
2023

**ANA JÚLIA DE MELO SILVA**

**Estimativa de parâmetros genéticos para seleção em teste de progênies aos quatro anos  
de *Tectona grandis***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Engenharia  
Florestal, Campus Monte Carmelo, da  
Universidade Federal de Uberlândia,  
como parte dos requisitos necessários  
para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Florestal.

Monte Carmelo, 14 de junho de 2023.

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Daniele Aparecida Alvarenga Arriel

---

Prof. Dr. Izabele Domingues Soares Miranda

---

Prof. Dr. Jardel Boscardin

## AGRADECIMENTOS

A finalização deste trabalho de conclusão de curso representa a realização de um importante marco em minha jornada acadêmica. Ao finalizar esta etapa, gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos às pessoas e instituições que contribuíram para o sucesso deste projeto.

Primeiramente, sou grata a minha orientadora Daniele Aparecida Alvarenga Arriel, pela confiança, oportunidade, orientação precisa e suporte ao longo de todo o processo. Sua experiência e conhecimento foram fundamentais para a realização deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico.

Também gostaria de agradecer aos professores e corpo docente do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Uberlândia, que compartilharam seu conhecimento e proporcionaram uma sólida base teórica para o desenvolvimento deste trabalho. Suas aulas e orientações foram essenciais para a minha formação.

Agradeço também aos colegas de classe e amigos que estiveram ao meu lado durante todo o percurso acadêmico.

Não posso deixar de mencionar minha família e amigos, que me apoiaram incondicionalmente durante toda a jornada acadêmica. Seu amor, incentivo e compreensão foram essenciais para enfrentar os desafios e superar obstáculos ao longo do caminho.

Um agradecimento a empresa Proteca, em especial ao Fernando Torres, Iri van Gonçalves e Mallú Pirolla que implementaram o teste, coletaram e disponibilizaram os dados para esta pesquisa. Sem o envolvimento e a disponibilidade dessas pessoas, este estudo não seria possível.

Também sou grata aos membros da banca, Prof. Jardel Boscardin e a Profa. Izabele Domingues Soares Miranda, por aceitarem participar da avaliação do meu trabalho. Agradeço a atenção dedicada à minha pesquisa além dos comentários e sugestões que contribuíram para o aprimoramento do estudo.

Expresso também minha gratidão às instituições que tornaram possível a realização deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Croqui do teste de progênies de <i>Tectona grandis</i> após o replantio localizado em São José dos Quatro Marcos (MT), na Fazenda Mucuri.....	12
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Análise de deviance para Ht, DAP e Incremento Médio Anual (IMA) de um teste de progênies de <i>Tectona grandis</i> aos 4 anos, em São José dos Quatro Marcos, MT.....	13
<b>Tabela 2.</b> Parâmetros genéticos para Ht, DAP e Incremento Médio Anual (IMA) em um teste de progênies de <i>Tectona grandis</i> , aos 4 anos, em São José dos Quatro Marcos, MT.....	15
<b>Tabela 3.</b> Ordenamento e ganho com a seleção dos 50 melhores indivíduos (clones potenciais) no teste de progênies de <i>Tectona grandis</i> em São José dos Quatro Marcos, MT aos 4 anos de idade.....	17
<b>Tabela 4.</b> Seleção de genitores no teste de progênies de <i>Tectona grandis</i> em São José dos Quatro Marcos, MT, aos 4 anos de idade.....	20

“A persistência é o caminho do êxito”

(Charles Chaplin)

## RESUMO

A teca (*Tectona grandis*) é uma espécie reconhecida mundialmente por sua madeira dura e de alta qualidade. No Brasil, tanto a produtividade quanto a idade de rotação mostram resultados superiores a outros países. Porém, ainda são escassos estudos relacionados ao melhoramento genético da espécie e são necessários testes genéticos que possibilitem conhecer a variação genética da espécie no Brasil, além de viabilizar a seleção de novos clones desenvolvidos e adaptados às condições edafoclimáticas. Esse trabalho teve como objetivo estimar parâmetros genéticos e praticar a seleção de genitores e indivíduos em um teste de progênies de *T. grandis* com quatro anos. O teste de progênies de meios irmãos foi instalado em janeiro de 2019 no município de São José dos Quatro Marcos, Mato Grosso. O experimento foi instalado em delineamento de blocos incompleto com 19 tratamentos, nove blocos, 8 plantas por parcela e espaçamento de 3,8 m x 3,8 m. Aos 4 anos foram medidos o diâmetro à altura do peito (DAP), a altura total (Ht) e estimado o IMA (incremento médio anual). As análises dos dados foram feitas por meio do programa Selegen. O efeito de progênies foi significativo a 1% e 5% de significância para as três variáveis analisadas. A herdabilidade individual foi de 0,3986 para Ht, 0,6329 para DAP e 0,7591 para IMA. Já a herdabilidade média de progênies foi de para Ht (0,8348), DAP (0,9296) e IMA (0,9377). Para acurácia, os valores foram 0,9137 para Ht; 0,9641 para DAP e 0,9684 para IMA. Genótipos superiores aos clones comerciais foram encontrados para todas as variáveis estudadas. O ganho com a seleção dos 50 melhores indivíduos foi de 13,7% para Ht, 19,8% para DAP e 65,9% para IMA e com a seleção dos oito melhores genitores foi de 9,01%, 10,53% e 27,64%, respectivamente. Houve ganho com a seleção de genitores e indivíduos (clones potenciais), destacando-se o genótipo B12 e seus descendentes.

**Palavras-chave:** Teca. Melhoramento Florestal. Silvicultura



## ABSTRACT

Teak (*Tectona grandis*) is a species recognized worldwide for its high-quality hardwood. In Brazil, both productivity and age of rotation show results superior to other countries. However, studies related to the genetic improvement are still scarce and genetic tests are necessary to understand the genetic variation of the species in Brazil, besides making it possible to select new clones developed and adapted to the edapho-climatic conditions. This work aimed to estimate genetic parameters and to practice the selection of genitors and individuals in a progeny test of *T. grandis* with four years. The test of half-sibling progenies was installed in January 2019 in the municipality of São José dos Quatro Marcos, Mato Grosso. The experiment was installed in incomplete block design with 19 treatments, nine blocks, 8 plants per plot and spacing of 3.8 m x 3.8 m. At four years, diameter at breast height (DBH), total height (TH) were measured and the mean annual increment (MAI) was estimated. Data analyses were performed using the software Selegen. The effect of progenies was significant at 1% and 5% significance for the three variables analyzed. The individual heritability was 0.3986 for Ht, 0.6329 for DBH and 0.7591 for MAI. The average heritability of progenies was 0.8348 for Ht, 0.9296 for DBH and 0.9377 for MAI. For accuracy, the values were 0.9137 for Ht, 0.9641 for DBH and 0.9684 for MAI. Genotypes superior to commercial clones were found for all traits studied. The gain with the selection of the 50 best individuals was 13.7% for Ht, 19.8% for DBH and 65.9% for MAI and with the selection of the eight best genitors were 9.01%, 10.53% and 27.64%, respectively. There were gains with de selection of genitors and individuals (potential clones), with the B12 genotype and its descendants standing out.

**Key words:** Teak. Forest Improvement. Silviculture

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>Análise de deviance .....</b>	<b>13</b>
<b>Parâmetros genéticos .....</b>	<b>14</b>
<b>Seleção de indivíduos (Clones potenciais) .....</b>	<b>16</b>
<b>Seleção dos genitores .....</b>	<b>19</b>
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A *Tectona grandis*, conhecida popularmente como teca, pertence à família Lamiaceae e é reconhecida mundialmente por sua madeira tropical dura e de alta qualidade, muito utilizada para fins nobres como a produção de móveis. É uma espécie exótica oriunda do sudeste asiático e no Brasil surge como uma alternativa substituta de outras espécies com maior valor econômico como o mogno e a cerejeira (DRESCHER *et al.*, 2004).

A espécie é classificada como heliófita e decídua, tem casca cinza ou marrom com 12 a 15 mm de espessura, com ritdoma levemente fissurado e corticoso que confere alta resistência ao fogo (MIRANDA, 2013). É alógama e possui flores hermafroditas, cor creme, dispostas em inflorescências cimosas grandes e terminais com floração anual (MIRANDA, 2013). A teca, em ambientes naturais, pode atingir até 60 metros de altura total e de acordo com o local e as condições de crescimento a que está exposta pode ter diâmetro de 0,9 a 2,4m (FIGUEIREDO; SÁ, 2015). Além disso, no Brasil, sua madeira tem uma densidade aparente de 0,65 g/cm<sup>3</sup>, aos 30 anos. (MORAES NETO, 2021).

A *T. grandis* é uma espécie de rápido crescimento, tem boa densidade, qualidade e beleza da madeira o que faz com que a sua madeira seja muito procurada para fabricação de móveis e construção naval. Além disso, há a possibilidade de comercialização da produção desde os primeiros desbastes do povoamento, voltada principalmente para produção de energia (PELLISSARI *et al.*, 2014).

Estima-se que mundialmente são cultivados 4,3 milhões de hectares de teca, dos quais mais de 80% estão situados no continente asiático. No Brasil, os primeiros plantios comerciais foram no estado do Mato Grosso, no início da década de 70, no município de Cáceres (COSTA; RESENDE; SILVA, 2012). O cultivo de *T. grandis* no país vem ganhando espaço, com aumento de áreas plantadas, principalmente nos estados do Mato Grosso, Rondônia e Pará, e atualmente existem cerca de 80 mil hectares plantados (FUTURO FLORESTAL, 2023), sendo a teca a quinta espécie florestal mais plantada no país (IBÁ, 2019).

No Brasil, a idade de rotação da cultura é de 20 a 25 anos, enquanto em áreas de ocorrência natural varia de 50 a 90 anos. Já a produtividade média de teca no país é de 15,5 m<sup>3</sup>/ha/ano, enquanto em outros países varia de 3 a 10 m<sup>3</sup>/ha/ano (PELLISSARI *et al.*, 2014). Assim, no Brasil tanto a produtividade quanto a idade de rotação mostram resultados superiores quando comparado com outras áreas o que demonstra valer a pena investimento em plantios da espécie no país.

Entretanto, em relação ao melhoramento genético da espécie, são escassos programas de melhoramento no país. Por isso, é de grande importância a realização de testes de procedência, de progênies e de clones em campo, a fim de acelerar o melhoramento da teca e selecionar genótipos mais produtivos e adaptados (COSTA; RESENDE; SILVA, 2012). Em 2020 foram publicados os descritores morfológicos para proteção de cultivares/clones da espécie no Brasil, o que incentiva o desenvolvimento de genótipos mais produtivos no país (SUCESSO NO CAMPO, 2020).

Programas de melhoramento genético contribuem para o aumento da produtividade de madeira, visando a seleção dos melhores genótipos (COSTA *et al.*, 2015). A ferramenta básica para identificar os melhores indivíduos fenotipicamente é a seleção (MORAES NETO, 2021). Esse processo de seleção pode ser feito a partir da avaliação de caracteres de crescimento, sanitários e de propriedades da madeira em testes de progênies e clonais, através da estimativa de parâmetros genéticos como herdabilidade, acurácia e coeficiente de variação (COSTA *et al.*, 2015).

Testes de progênies consistem em uma das etapas mais importantes dentro de um programa de melhoramento florestal. Um teste de progênies permite obter resultados de grande relevância como produção de propágulos melhorados para plantios comerciais, seleção de materiais genéticos, estudos da interação genótipo  $\times$  ambiente, controle genético dos caracteres e, assim, estabelecer uma estratégia segura de melhoramento genético e clonagem (MORAES NETO, 2021).

Avaliações de testes de progênies de *T. grandis* em campo ainda são escassos no Brasil, porém estes são estratégicos para seleção de indivíduos superiores geneticamente que vão obter mais sucesso em plantios clonais da espécie. Estimar os parâmetros genéticos é de grande importância para o planejamento e seleção em programas de melhoramento (ARAÚJO *et al.*, 2019)

Atualmente, grande parte dos plantios comerciais de teca no Brasil são feitos por meio de materiais clonais importados e selecionados para outros países como Índia, África e Indonésia (MORAES NETO, 2021). Assim, são necessários testes genéticos que possibilitem conhecer a variação genética da espécie no Brasil, além de viabilizar a seleção de novos clones desenvolvidos e adaptados às condições edafoclimáticas do Brasil.

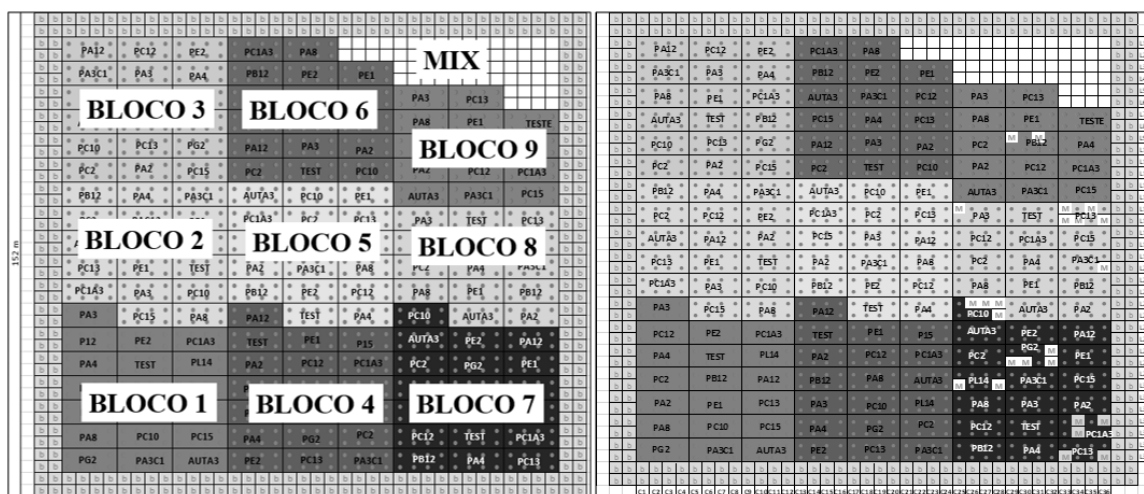
## **2. OBJETIVOS**

O objetivo do presente trabalho foi estimar parâmetros genéticos para a seleção de genitores e indivíduos (clones potenciais) em um teste de progênes de *T. grandis* com quatro anos, localizado no município de São José dos Quatro Marcos, Mato Grosso, Brasil.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O teste de progênes de meios irmãos foi instalado em janeiro de 2019 no município de São José dos Quatro Marcos (MT), Brasil. O replantio foi realizado no mesmo ano. A região apresenta clima tropical quente e sub-úmido (Aw), com 4 meses de seca, entre junho e setembro, tem precipitação anual de 1500 milímetros e temperatura média anual de 24°C. O tipo de solo predominante em São José dos Quatro Marcos é o latossolo vermelho-amarelo, caracterizado por coloração avermelhada e alta concentração de óxidos de ferro e alumínio. Além disso, tem uma boa capacidade de drenagem.

O experimento foi implantado em delineamento de blocos incompleto com 19 tratamentos, sendo 18 famílias de meio irmãos e um clone comercial como testemunha, nove blocos e com 8 plantas por parcela (Figura 1). O espaçamento utilizado foi de 3,8 m x 3,8 m do experimento.



**Figura 1.** Croqui do teste de progênes de *Tectona grandis* após o replantio localizado em São José dos Quatro Marcos (MT), na Fazenda Mucuri.

As progênes foram avaliadas em agosto de 2022, aos 43 meses (aproximadamente 4 anos) de idade. Foram medidos os caracteres: diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, usando uma fita graduada à 1,30 m do solo e altura total (Ht), em metros, usando um clinômetro-Haglöf. O volume das árvores foi estimado utilizando 0,5 como fator de forma

e, a partir dele foi calculado o incremento médio anual (IMA) por árvore aos 43 meses e extrapolado por hectare.

As estimativas de componentes variância e parâmetros genéticos e a seleção foram realizadas pelo método da máxima verossimilhança restrita e melhor predição linear não viciada (REML/BLUP), a partir de dados desbalanceados, empregando-se o software genético estatístico SELEGEM – REML/BLUP (RESENDE, 2002). O modelo proposto pelo programa foi utilizado, presumindo que as progênes de teca são de meios-irmãos. Para as análises foi utilizado o modelo misto dado por:

$$Y_{ijk} = \mu + bi + ti + (tb)_{ij} + e_{ijk}$$

Em que:  $Y_{ijk}$ : é o valor fenotípico;  $\mu$ : é o termo fixo da média geral do caráter em análise;  $bi$ : é o efeito fixo de bloco;  $ti$ : é o efeito aleatório da progênie;  $(tb)_{ij}$ : é o efeito aleatório da interação entre progênie e bloco;  $e_{ijk}$ : é o efeito do erro experimental.

Para a seleção das melhores progênes foi feito o ranqueamento pelo valor genotípico aditivo para as variáveis Ht, DAP e IMA. Para a seleção dos melhores clones foi feito também o ranqueamento dos valores genotípicos (*blups* individuais) para as três variáveis citadas anteriormente. Posteriormente, foi estimado o ganho genético, considerando a seleção dos oito melhores genitores e dos 50 melhores clones potenciais.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### Análise de deviance

O efeito de progênes foi significativo a 1% e 5% de significância para as três variáveis analisadas, Ht, DAP e IMA (Tabela 1). Esse resultado indica que o efeito de genótipo influencia na variável resposta e, portanto, há maior possibilidade de ganhos com a seleção.

**Tabela 1.** Análise de deviance para Ht, DAP e Incremento Médio Anual (IMA) de um teste de progênes de *Tectona grandis* aos 4 anos, em São José dos Quatro Marcos, MT.

	Ht (m)	DAP (cm)	IMA (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )
<b>Com efeito</b>	2234,02	2762,97	4826,05
<b>Sem efeito</b>	2264,31	2855,98	4916,65
Diferença	30,29**	93,01**	90,6**

Qui-quadrado tabelado para um grau de liberdade: 3,84 e 6,63, para 5% e 1% de significância, respectivamente.

### Parâmetros genéticos

O maior valor de herdabilidade individual no sentido restrito  $h^2_a$  foi para a variável IMA de 0,7591, classificada como alta enquanto as demais variáveis com valores de 0,3986 para Ht e 0,6329 para DAP são classificadas como moderadas (RESENDE, 2002) (Tabela 2). Essa variável quantifica a parte da variância aditiva em relação a variância genética. Os valores encontrados foram superiores aos de um teste de progênies de teca de 3,5 anos localizado na Austrália, em que os valores variaram de 0,22 a 0,31 para as características de crescimento (CALLISTER; COLLINS, 2008).

Para a herdabilidade média de progênies ( $h^2_{mp}$ ) os valores foram maiores, quando comparados ao sentido restrito, para todas as variáveis, 0,8348 para Ht, 0,9296 para DAP e 0,9377 para IMA (Tabela 2). Esses valores de alta magnitude indicam um bom controle genético dos caracteres estudados, facilitando o processo de seleção (Tabela 2). Esse fato indica que a seleção de progênies deve ser mais eficiente que de indivíduos (CRUZ et al., 2020). Esses resultados foram inferiores aos encontrados para um teste de progênies de *Eucalyptus urophylla* aos onze anos, em que os valores variaram de 0,64 a 0,80 para herdabilidade média de progênies (ALVES, 2022).

A acurácia ( $A_{cprog}$ ) indica o quanto um valor estimado está próximo ao real para assim, diminuir erros de seleção. Os valores encontrados para os caracteres estudados foram de 0,9137 para Ht, 0,9641 para DAP e 0,9684 para IMA, classificados como altos, acima de 0,9 (Tabela 2), o que aumenta a chance de selecionar materiais genéticos com base no valor genotípico verdadeiro, e não no fenotípico que pode sofrer influências do ambiente. Os valores encontrados foram semelhantes aos de um teste progênies de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* aos três anos de idade, que variaram de 0,89 a 0,96 para as variáveis de crescimento (GARUZZO et al., 2019)

O coeficiente de variação genética aditiva individual ( $CV_{gi}$ ) quantifica, em percentagem da média geral, a variação genética entre os indivíduos, ou seja, quanto maior o valor maior as chances de ganho ao realizar a seleção (CRUZ et al., 2020). Os valores encontrados para  $CV_{gi}$  foram de 11,44% para Ht, 12,95% para DAP e 24,46% para IMA (Tabela 2).

Para o coeficiente de variação genotípica entre progênies ( $CV_{gp}$ ) os valores encontrados foram de 5,72% para Ht, 6,48% para DAP e 17,23% para IMA (Tabela 2). Os valores para essa variável foram inferiores aos encontrados em um teste de progênies de *Eucalyptus* aos 6 anos de idade, 14,1365% para altura, 19,3515% para DAP e 49,0582 para IMA (NOGUEIRA et al., 2019).

**Tabela 2.** Parâmetros genéticos para Ht, DAP e Incremento Médio Anual (IMA) em um teste de progênies de *Tectona grandis*, aos 4 anos, em São José dos Quatro Marcos, MT.

Parâmetro	Ht (m)	DAP (cm)	IMA (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )
$h^2_a$	0,3986+/-0,1081	0,6329+/-0,1362	0,7591+/-0,1492
$h^2_{mp}$	0,8348	0,9296	0,9377
$A_{cprog}$	0,9137	0,9641	0,9684
$CV_{gi}$ (%)	11,4367	12,9551	34,4613
$CV_{gp}$ (%)	5,7183	6,4775	17,2307
$CV_e$ (%)	7,6317	5,3485	13,3202
$CV_r$	0,7493	1,2111	1,2936
<b>Média</b>	<b>9,6804</b>	<b>13,9893</b>	<b>15,2232</b>

$h^2_a$ : herdabilidade individual no sentido restrito;  $h^2_{mp}$ : herdabilidade média de progênies;  $A_{cprog}$ : acurácia da seleção de progênies;  $CV_{gi}$  (%): coeficiente de variação genética aditiva individual;  $CV_{gp}$ (%): coeficiente de variação genotípica entre progênies;  $CV_e$ : coeficiente de variação residual.  $CV_r$ : coeficiente de variação relativo;

O incremento médio anual (IMA) apresentou as maiores estimativas dos coeficientes de variação genética individual ( $CV_{gi}$ ) e entre progênies ( $CV_{gp}$ ), na ordem de 34,46 e 17,23%, respectivamente (Tabela 2). Os coeficientes individuais foram maiores que os coeficientes entre progênies, evidenciando a existência de variação genética e possível aproveitamento para melhoramento genético da população.

Por fim, foi estimado o coeficiente de variação residual ( $CV_e$ ), que estima o quanto um caractere é influenciado pelo ambiente, sendo o que mais sofreu influência foi o IMA com 13,32%, Ht com 7,63% e, por fim, o DAP com 5,35%. Esses valores foram inferiores aos obtidos em um estudo em procedências e progênies de *Tachigali vulgaris* aos 18 anos após plantio em campo, cujos resultados variam de 20,79% a 33,69% para as variáveis de crescimento, como DAP e altura (CRUZ *et al.*, 2020).

O coeficiente de variação relativo ( $CV_r$ ), é considerado baixo entre 0 e 0,25; intermediário entre 0,25 e 0,5; altos entre 0,5 e 0,75 e muito altos para valores acima de 0,75 (RESENDE, 2002). Portanto, a variável Ht teve um resultado de 0,7493, classificado como alto, enquanto as outras variáveis, DAP e IMA são classificadas como muito altas, com valores superiores a 0,75 (Tabela 2). Quanto maior o  $CV_r$ , maior a proporção da variação genética em relação a ambiental o que é desejado em processos de melhoramento.

Dado que a teca é uma espécie alógama e a obtenção das progênies foi por meio de polinização aberta, na estimativa dos parâmetros genéticos admitiu-se que as progênies são de meios irmãos. Assim, como o parentesco não foi confirmado por meio de



marcadores moleculares, é importante destacar que valores podem estar subestimados ou superestimados.

Com relação as médias, para o IMA, o valor encontrado foi de  $15,2232 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , superior ao estimado em estudos da espécie que foram entre  $10$  e  $15 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  aos 25 anos de idade (VIEIRA JUNIOR *et al.*, 2007). Vale ressaltar que, aos aproximados 4 anos do plantio, já se alcança um incremento médio anual de um plantio com 25 anos que é de  $15 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , no estado do Mato Grosso, onde se concentra grande parte dos plantios de teca, com os melhores resultados, no Brasil.

### **Seleção de indivíduos (Clones potenciais)**

Na seleção dos melhores clones potenciais, ou materiais genéticos que devido ao seu bom desempenho podem ser clonados e usados em futuros testes clonais, para a variável Ht, o primeiro colocado é um genótipo descendente do genitor C1A3. Já os dez colocados seguintes pertencem a família B12. Das 50 plantas selecionadas, para Ht a maioria é descendente da planta B12 (29 plantas), seguido de A8 e L14 (7 plantas) e apenas 4 indivíduos do tratamento controle (Tabela 3). Para Ht, a testemunha foi aparecer apenas na 39ª posição, ou seja, 38 indivíduos apresentaram resultados superiores ao clone comercial.

Para DAP, as sete primeiras colocadas pertencem a família B12, seguido de duas plantas do tratamento controle na oitava e nona colocação. Para essa variável, dentre os 50 potenciais clones selecionados, 28 pertencem as famílias B12, cinco a A8 (5 plantas) e 17 a testemunha (Tabela 3).

Já para a variável IMA, os três primeiros indivíduos selecionados pertencem a família B12, seguido de uma planta descendente da A8. A testemunha aparece apenas na nona posição. Dentre os 50 clones potenciais, destacam-se os indivíduos oriundos da família B12 (22 plantas), testemunha (12 plantas), A8 (8 plantas), AUTA (2 plantas), C2 (2 plantas), C1A3, E2, G2 e L14, estes com uma planta cada (Tabela 3).

O ganho com a seleção dos 50 melhores indivíduos em relação à média do teste foi de 13,7% para Ht, 19,8% para DAP, 65,9% para IMA.

**Tabela 3.** Ordenamento e ganho com a seleção dos 50 melhores indivíduos (clones potenciais) no teste de progênies de *Tectona grandis* em São José dos Quatro Marcos, MT aos 4 anos de idade.

Ordem	Ht (m)				DAP (cm)				IMA (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )			
	Família	Árvore	Ganho	%	Família	Árvore	Ganho	%	Família	Árvore	Ganho	%
1	C1A3	3	2,3738	24,5	B12	3	4,5864	32,8	B12	3	17,224	113,1
2	B12	7	2,1195	21,9	B12	6	4,1750	29,8	B12	7	16,0355	105,3
3	B12	5	1,9778	20,4	B12	8	3,9127	28,0	B12	7	15,1068	99,2
4	B12	7	1,9017	19,6	B12	7	3,7677	26,9	A8	5	14,5527	95,6
5	B12	8	1,8365	19,0	B12	3	3,6664	26,2	B12	6	14,218	93,4
6	B12	1	1,7887	18,5	B12	1	3,5707	25,5	B12	8	13,8347	90,9
7	B12	6	1,7518	18,1	B12	2	3,4963	25,0	A8	7	13,5028	88,7
8	B12	2	1,7225	17,8	Test	6	3,4384	24,6	B12	2	13,2472	87,0
9	B12	7	1,6993	17,6	Test	7	3,3907	24,2	Test	7	13,0214	85,5
10	B12	6	1,6771	17,3	B12	2	3,3495	23,9	B12	5	12,8371	84,3
11	B12	6	1,6578	17,1	B12	3	3,3122	23,7	A8	4	12,6692	83,2
12	B12	7	1,6418	17,0	Test	5	3,2809	23,5	B12	4	12,5099	82,2
13	L14	8	1,6277	16,8	A8	4	3,2541	23,3	B12	2	12,3497	81,1
14	B12	2	1,6156	16,7	B12	8	3,2299	23,1	B12	8	12,2066	80,2
15	B12	4	1,6016	16,5	Test	6	3,2079	22,9	G2	5	12,0715	79,3
16	L14	2	1,5870	16,4	Test	1	3,1883	22,8	B12	3	11,9467	78,5
17	A8	5	1,5734	16,3	B12	4	3,1706	22,7	B12	2	11,8359	77,7
18	B12	7	1,5609	16,1	B12	7	3,1546	22,6	B12	7	11,7366	77,1
19	L14	6	1,5488	16,0	Test	7	3,1379	22,4	Test	5	11,6471	76,5
20	B12	8	1,5370	15,9	A8	1	3,1220	22,3	B12	3	11,5626	76,0
21	A8	7	1,5263	15,8	A8	5	3,1039	22,2	B12	6	11,4839	75,4
22	B12	3	1,5159	15,7	B12	3	3,0870	22,1	B12	3	11,4121	75,0
23	B12	6	1,5065	15,6	B12	4	3,0715	22,0	A8	6	11,3465	74,5
24	B12	1	1,4976	15,5	B12	7	3,0568	21,9	B12	7	11,2784	74,1

<b>25</b>	B12	2	1,4881	15,4	Test	1	3,0424	21,7	E2	3	11,214	73,7
<b>26</b>	B12	6	1,4793	15,3	B12	2	3,0288	21,7	C1A3	4	11,1519	73,3
<b>27</b>	B12	1	1,4710	15,2	A8	7	3,0158	21,6	Test	6	11,093	72,9
<b>28</b>	B12	3	1,4630	15,1	B12	8	3,0036	21,5	B12	1	11,0326	72,5
<b>29</b>	C2	7	1,4556	15,0	Test	4	2,9923	21,4	C2	8	10,9761	72,1
<b>30</b>	B12	3	1,4479	15,0	B12	3	2,9810	21,3	Test	4	10,9187	71,7
<b>31</b>	L14	3	1,4401	14,9	Test	4	2,9692	21,2	B12	7	10,8617	71,3
<b>32</b>	B12	3	1,4327	14,8	B12	1	2,9571	21,1	A8	7	10,8076	71,0
<b>33</b>	A8	1	1,4256	14,7	B12	8	2,9458	21,1	B12	1	10,7562	70,7
<b>34</b>	A8	7	1,4189	14,7	B12	7	2,9345	21,0	Test	8	10,7057	70,3
<b>35</b>	B12	2	1,4124	14,6	B12	5	2,9232	20,9	C2	8	10,6541	70,0
<b>36</b>	B12	7	1,4062	14,5	B12	6	2,9112	20,8	B12	2	10,6031	69,7
<b>37</b>	A8	7	1,3999	14,5	B12	8	2,8997	20,7	B12	6	10,5544	69,3
<b>38</b>	L14	2	1,3938	14,4	Test	3	2,8888	20,7	Test	7	10,5059	69,0
<b>39</b>	Test	3	1,3871	14,3	A8	6	2,8781	20,6	A8	1	10,4589	68,7
<b>40</b>	Test	7	1,3806	14,3	Test	7	2,8679	20,5	A8	4	10,4134	68,4
<b>41</b>	A8	4	1,3744	14,2	Test	8	2,8582	20,4	AUTA	6	10,3697	68,1
<b>42</b>	Test	6	1,3682	14,1	Test	3	2,8487	20,4	Test	6	10,3276	67,8
<b>43</b>	B12	2	1,3621	14,1	B12	2	2,8394	20,3	Test	1	10,2868	67,6
<b>44</b>	A8	5	1,3561	14,0	Test	8	2,8297	20,2	A8	5	10,2472	67,3
<b>45</b>	L14	1	1,3503	13,9	Test	3	2,8199	20,2	Test	6	10,2092	67,1
<b>46</b>	L14	1	1,3448	13,9	B12	1	2,8102	20,1	Test	3	10,1723	66,8
<b>47</b>	B12	5	1,3395	13,8	Test	1	2,8009	20,0	Test	6	10,1363	66,6
<b>48</b>	B12	8	1,3344	13,8	Test	2	2,7919	20,0	L14	1	10,0998	66,3
<b>49</b>	Test	3	1,3294	13,7	B12	8	2,7833	19,9	Test	7	10,0644	66,1
<b>50</b>	A2	5	1,3244	13,7	B12	7	2,7750	19,8	AUTA	2	10,0304	65,9

Ht: altura total, em metros; DAP: diâmetro à altura do peito, em cm; IMA: incremento médio anual, em  $m^3ha^{-1}ano^{-1}$ ;

### **Seleção dos genitores**

Na seleção dos melhores genitores, ou plantas que devem ser priorizadas em futuros cruzamentos por gerarem bons descendentes, pois acumulam um maior número de alelos de efeito aditivos que contribuem para aumentar os valores dos três caracteres estudados, os genitores que se destacaram foram B12, L14, A8, C2, E1, C10 e E2 com ganho de 9,01% para altura, B12, A8, L14, G2, E1, E2 e A2 com ganho de 10,53% para DAP, B12, A8, L14, G2, E2, E1 e C2 com ganho de 27,64% para IMA (Tabela 4).

A matriz B12 se destacou em primeiro lugar, para as três variáveis estudadas com ganhos genéticos de 18,7% para Ht, 28,4% para DAP e 79,22% para IMA. Porém, vale destacar também os bons resultados da testemunha que ocupou o primeiro lugar com ganho de 14,99% para Ht, segundo lugar para DAP e IMA com ganho de 25,35% 67,55%, respectivamente.

**Tabela 4.** Seleção de genitores no teste de progênies de *Tectona grandis* em São José dos Quatro Marcos, MT, aos 4 anos de idade.

Ordem	Ht (m)			DAP (cm)			IMA (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )		
	Genitor	Ganho	Ganho (%)	Genitor	Ganho	Ganho (%)	Genitor	Ganho	Ganho (%)
1	<b>B12</b>	1,8100	18,70	<b>B12</b>	3,9735	28,40	<b>B12</b>	12,0596	79,22
2	<b>L14</b>	1,6305	16,84	<b>Test</b>	3,5466	25,35	<b>Test</b>	10,2832	67,55
3	<b>Test</b>	1,4510	14,99	<b>A8</b>	2,9628	21,18	<b>A8</b>	8,7723	57,62
4	<b>A8</b>	1,3355	13,80	<b>L14</b>	2,6017	18,60	<b>L14</b>	8,0078	52,60
5	<b>C2</b>	1,1664	12,05	<b>G2</b>	2,2901	16,37	<b>G2</b>	6,7383	44,26
6	<b>E1</b>	1,0445	10,79	<b>E1</b>	1,9351	13,83	<b>E2</b>	5,6349	37,02
7	<b>C10</b>	0,9513	9,83	<b>E2</b>	1,6736	11,96	<b>E1</b>	4,845	31,83
8	<b>E2</b>	0,8720	9,01	<b>A2</b>	1,4727	10,53	<b>C2</b>	4,2073	27,64

Ht: altura total, em metros; DAP: diâmetro à altura do peito, em cm; IMA: incremento médio anual, em m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>;

## 5. CONCLUSÕES

Estimar parâmetros genéticos como herdabilidade, acurácia e coeficiente de variação é de grande importância para estabelecer um programa de melhoramento genético e, conseqüentemente, praticar seleção. Os resultados encontrados para herdabilidade média de progênies e acurácia foram de alta magnitude para as três variáveis analisadas. Quanto a herdabilidade individual no sentido restrito, os valores apesar de inferiores à média de progênies também foram significativos. Houve ganho com a seleção de genitores e indivíduos (clones potenciais), destacando-se o genótipo B12 e seus descendentes.

Os resultados evidenciaram a presença de materiais genéticos potenciais os quais, dependendo da variável estudada, mostraram comportamento igual ou até mesmo superior à testemunha, sendo assim considerados bons candidatos para serem utilizados em futuros testes clonais. É importante avaliar, em campo, a sanidade e qualidade do fuste das árvores que se destacaram na seleção dos clones potenciais principalmente para a variável IMA uma vez que essa depende do volume e este do DAP e Ht. É importante também que o teste seja avaliado em idade mais próximas a de rotação e que outras variáveis relacionadas a qualidade da madeira sejam incluídas nas análises.

## REFERÊNCIAS

ALVES, T. S. S. **Variação genética para caracteres de crescimento e qualidade da madeira em progênies de *Eucalyptus urophylla* ST Blake.** 2022.

ARAÚJO, V. L. R. *et al.* Análise comparativa de ganhos genéticos em telação à testemunha comercial e média em teste clonal de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. In: IV Congresso Brasileiro de Eucalipto, 2019, Salvador, BA.

CALLISTER, A. N.; COLLINS, S. L. Genetic parameter estimates in a clonally replicated progeny test of teak (*Tectona grandis* Linn. f.). **Tree Genetics & Genomes**, v. 4, n. 2, p. 237-245, 2008.

COSTA, R. B. da C.; RESENDE, M. D. V. de; SILVA, V. S. de M. Experimentação e seleção no melhoramento genético de Teca (*Tectona grandis* Lf). **Floresta e Ambiente**, v. 14, n. 1, p. 76-92, 2012.

COSTA, R. B. da *et al.* Progeny performance at pre-breeding stage of *Tectona grandis* Lf in Espírito Santo State. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 211-216, 2015.

CRUZ, S. L. *et al.* Parâmetros genéticos e seleção inicial de procedências e progênies de taxi-branco (*Tachigali vulgaris*) em Roraima. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 258-269, 2020.

DRESCHER, R. *et al.* **Crescimento e produção de *Tectona grandis* Linn F., em povoamentos jovens de duas regiões do estado de Mato Grosso-Brasil.** 2004. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

FIGUEIREDO, E. O.; DE SA, C. P. Silvicultura e manejo de povoamentos de Teca (*Tectona grandis* Lf). Embrapa: Documentos 138. Set, 2015.

FUTURO FLORESTAL. Teca (*Tectona grandis*). Disponível em: <<https://www.futuroflorestal.com.br/produtos/teca-tectona-grandis/>>. Acesso em: 01 mai. 2023.

GARUZZO, M. dos S. P. B. *et al.* **Análise de ganhos genéticos em testes de progênies de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.** In: IV Congresso Brasileiro de Eucalipto, 2019, Salvador (BA)

IBA, Indústria Brasileira de Árvores (2019) Relatório IBA 2019. Brasília: IBA.

MIRANDA, M.C.D. **Caracterização morfológica e avaliação do desenvolvimento inicial de clones de teca (*Tectona grandis* L.f).** Master's Thesis, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brazil, 2013.

MORAES NETO, S. P. de. **Compilação de alguns estudos sobre *Tectona grandis* (Teca): ênfase para plantio no domínio do Cerrado brasileiro.** 1 ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2021.

NOGUEIRA, T. A. P. C. *et al.* **Estimativa de parâmetros genéticos em progênies de irmãos completos de eucalipto e otimização de seleção.** *Scientia Forestalis*, v. 47, n. 123, p. 451 – 462, set. 2019.

OLIVEIRA, Lucas Guilherme Moura *et al.* Variabilidade genética de duas procedências de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev) no cerrado. **Scientia Forestalis**, v. 46, p. 127 – 136, mar. 2019.

PELLISSARI, A. *et al.* Cultivo da teca: características da espécie para implantação e condução de povoamentos florestais. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 01, 2014.

PEREIRA, A. C.; CALDEIRA, S. F.; ARRIEL, D. A. A. Genetic parameters in a clonal test of *Tectona grandis* in Mato Grosso, Brazil. **Advances in Forestry Science**, v. 8, n. 2, p. 1417-1424, 2021.

REMADE. Qualidade e aspecto rústico agradam mercado. *Revista da madeira*. 86. ed., 2004. Disponível em: [http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=665&subject=Mad](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=665&subject=Mad)<. Acesso em: 29 mai. 2023.

RESENDE, M. D. V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília: Embrapa Florestas, 2002.

SANTOS, W. dos *et al.* Identificação de procedências e progênies de *Pinus maximinoi* com potencial produtivo para madeira. **Scientia Forestalis**, v. 46, n. 117, p. 127 – 136, mar. 2018.

SUCESSO NO CAMPO. Mapa publica diretrizes para proteção de cultivares de teca e milho. Disponível em: <<https://www.sucessonocampo.com.br/mapa-publica-diretrizes-para-protecao-de-cultivares-de-teca-e-milho/>> Acesso em: 13 maio 2023.

VIEIRA JUNIOR, J. R. *et al.* Sistema produção de teca para o Estado de Rondônia. 1. ed. Porto Velho: Embrapa, 2007.