

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL  
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SÂMELA BEUTINGER CAVALHEIRO

**VARIABILIDADE GENÉTICA E PREDIÇÃO DE GANHOS EM ESPÉCIES DE  
EUCALIPTO**

CHAPADÃO DO SUL – MS  
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL  
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SÂMELA BEUTINGER CAVALHEIRO

**VARIABILIDADE GENÉTICA E PREDIÇÃO DE GANHOS EM ESPÉCIES DE  
EUCALIPTO**

Orientador: Prof. Dr. Nerison Luis Poersch

Co-orientador: Prof. Dr. Sebastião Ferreira de Lima

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Mato  
Grosso do Sul, para obtenção do  
título de Mestre em Agronomia, área  
de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS  
2017



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
Câmpus de Chapadão do Sul



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**DISCENTE: Sâmela Beutinger Cavalheiro**

**ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Nerison Luis Poersch**

**VARIABILIDADE GENÉTICA E PREDIÇÃO DE GANHOS EM ESPÉCIES DE  
EUCALIPTO**

---

Prof.(a) Dr.(a) Presidente Nerison Luis Poersch

---

Prof.(a) Dr.(a) Ana Paula Leite

---

Prof.(a) Dr.(a) Tiago Zoz

Chapadão do Sul, 03 de Fevereiro de 2017.

## DEDICATÓRIA

À minha família, pelo apoio e esforço que sempre  
fizeram para que eu tivesse acesso ao  
conhecimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pelas bênçãos.

À Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), em especial ao Programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração em melhoramento vegetal, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão de bolsa de apoio financeiro em parte do mestrado.

Ao professor Nerison Luis Poersch, principalmente pela pessoa que demonstra ser, pela disponibilidade em orientar-me nos projetos desenvolvidos, sempre presente, e mantendo-se sempre a clareza e paciência nos ensinamentos.

Ao professor Sebastião Ferreira de Lima, Ana Paula Leite e Tiago Zoz, pela disponibilidade em participar da banca examinadora, pelas valiosas sugestões dadas para o enriquecimento deste trabalho.

Aos graduandos Luiz Roberto T. F. Filho e Gustavo Henrique M. da Cruz, pelo apoio na coleta de dados, pela convivência e companheirismo durante o curso.

Ao secretário de pós-graduação Sinomar Moreira Andrade, pela convivência e excelência nas instruções.

Aos meus amigos e colegas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

## EPÍGRAFE

*“Acredite que você pode assim, você já está no meio do caminho.”*

***Theodore Roosevelt***

## RESUMO

CAVALHEIRO, Sâmela Beutinger. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Variabilidade genética e predição de ganhos em espécies de eucalipto. Professor Orientador: Nerison Luis Poersch

O *Eucalyptus* é um gênero da família das Myrtaceae, originária da Austrália. Apresenta importância econômica na obtenção de papel, celulose, carvão, serraria, postes, óleos e energia. No entanto, são escassos os estudos acerca do potencial genético das espécies. Nesse contexto, o trabalho teve por objetivo verificar a existência de variabilidade genética e estimar os ganhos com a seleção para os caracteres de crescimento em quatro espécies de eucalipto. Foram avaliados os caracteres altura total (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP), forma do fuste (FF) e volume individual (VOL) aos 32 meses de idade. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em espaçamento de 3 x 2 m. As análises de variância foram realizadas com informação dentro da parcela, sendo também preditos os ganhos genéticos com a seleção entre e dentro (com índice) e seleção combinada. Foram detectadas diferenças significativas entre as espécies para as variáveis avaliadas, com exceção do caractere altura total de planta. Foi observada elevada variabilidade genética dentro das espécies para todos os caracteres avaliados, indicando a possibilidade de elevados ganhos com a seleção dentro. A espécie *E. grandis* foi a que apresentou maiores médias para todos os caracteres avaliados o que demonstra elevada adaptação local. A variável DAP apresentou elevada correlação (positiva) significativa com FF e VOL, o que sugere possíveis ganhos indiretos por meio da seleção do DAP. Quanto a predição de ganhos, a seleção entre e dentro possibilitou maiores ganhos para os caracteres ALT, DAP e FF. Já a seleção combinada, apresentou maior predição de ganhos para o VOL, variável esta de grande importância na cultura. Isto ressalta a importância na comparação de métodos de seleção visando a maximização dos ganhos com a seleção de indivíduos e/ou famílias em um programa de melhoramento genético.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Eucalyptus*, seleção, melhoramento florestal

## ABSTRACT

CAVALHEIRO, Sâmela Beutinger. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.  
Genetic variability and prediction of gains in eucalyptus species.

Author: Sâmela Beutinger Cavalheiro

Adviser: Nerison Luis Poersch

*Eucalyptus* is a genus of the Myrtaceae family, originally from Australia. Presents economic importance in obtaining paper, pulp, coal, sawmills, poles, oils and energy. However, studies are scarce above the genetic potential of the species. In this context, the objective of this work was to verify the existence of genetic variability and estimate the gains with the selection for the growth characters in four species of eucalyptus. Total height (ALT), diameter at breast height (DBH), stem shape (FF) and individual volume (VOL), 32 months of age, were evaluated. The experimental design was in randomized blocks, with four replications, spaced 3 x 2 m. The analyzes of variance were performed with information within the plot, and genetic gains were also predicted with the selection between and within (with index) and combined selection. Significant differences were detected between species for the evaluated variables, except for the plant height character. High genetic variability was observed within the species for all the evaluated characters, indicating the possibility of high gains with the selection within. The *E. grandis* species presented the highest averages for all evaluated characters, which shows a high local adaptation. The DAP variable presented a high (positive) significant correlation with FF and VOL, which suggests possible indirect gains through the selection of DAP. As for the gain prediction, the selection between and within allowed greater gains for the ALT, DAP and FF characters. On the other hand, the combined selection showed greater prediction of gains for the VOL, a variable of great importance. This highlights the importance of comparing selection methods for the selection of individuals and / or families in a breeding program.

**KEY-WORDS:** *Eucalyptus*, selection, forest improvement

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELAS</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Comparação dos ganhos obtidos por diferentes autores.....	19
<b>CAPÍTULO 1</b>		
1	Espécies de eucalipto com suas procedências e níveis de melhoramento, implantados em Chapadão do Sul - MS, 2016.....	26
2	Esquema da análise de variância para experimento em bloco ao caso com informação dentro da parcela. Chapadão do Sul - MS, 2016.....	27
3	Estimadores dos parâmetros genéticos obtidos no trabalho. Chapadão do Sul - MS,2016.....	28
4	Estimativas da variância genética em espécies de eucalipto. Chapadão do Sul - MS, 2016.....	29
5	Médias da altura total de plantas (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP), forma do fuste (FF), e volume individual de madeira (VOL), obtidas em quatro espécies de eucalipto. Chapadão do Sul - MS, 2016.....	31
6	Estimativa de correlação de Pearson entre caracteres para espécies de eucalipto avaliados em Chapadão do Sul – MS, 2016.....	33
<b>CAPÍTULO 2</b>		
1	Lista das espécies de eucalipto com suas procedências e níveis de melhoramento. Chapadão do Sul, MS, 2016.....	41
2	Estimativas de ganhos genéticos entre e dentro das famílias, obtidos pela seleção entre e dentro (índice clássico) e pela seleção combinada (índice combinado), para as quatro espécies avaliadas. Chapadão do Sul, MS, 2016.....	45
3	Indivíduos selecionados por meio da seleção entre e dentro	47

	(índice clássico). Chapadão do Sul, MS, 2016.....	
4	Indivíduos selecionados por meio da seleção combinada. Chapadão do Sul, MS, 2016.....	48

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12-13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Aspectos gerais do gênero <i>Eucalyptus</i> .....	14
2.2 Caracterização das espécies estudadas.....	14-15
2.3 Melhoramento genético do eucalipto.....	15-17
2.4 Ganhos genéticos com a seleção.....	18-19
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20-21
CAPÍTULO 1 – VARIABILIDADE GENÉTICA EM DIFERENTES ESPÉCIES DE EUCALIPTO PARA CARACTERES SILVICULTURAIS	
RESUMO.....	22
ABSTRACT.....	23
INTRODUÇÃO.....	24-25
MATERIAL E MÉTODOS.....	25-28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28-34
CONCLUSÕES.....	34
REFERÊNCIAS.....	34-36
CAPÍTULO 2 – PREDIÇÃO DE GANHOS COM A SELEÇÃO EM DIFERENTES ESPÉCIES DE EUCALIPTO	
RESUMO.....	37
ABSTRACT.....	38
INTRODUÇÃO.....	39-40
MATERIAL E MÉTODOS.....	40-44
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44-48
CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS.....	48-50
ANEXO I - NORMAS PARA SUBMISSÃO.....	51-55

## 1 INTRODUÇÃO

Os plantios florestais no Brasil totalizaram, em 2015, 7,8 milhões de hectares, sendo 5,6 milhões de hectares com eucalipto e 1,6 milhões com pinus, para tanto a maior parte destas áreas, plantadas com eucalipto, encontram-se em Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Este último se destacou com o plantio de 450 mil hectares nos últimos cinco anos (IBÁ 2016).

Este fato pode estar atrelado ao amplo uso desta espécie na obtenção de papel, celulose, carvão, madeira serrada, postes, óleos e energia (FONSECA et al., 2010), gerando empregos e o desenvolvimento econômico.

Soma-se a isso o fato que em alguns estados, áreas que antes eram ocupadas com pinus vêm sendo ocupadas por eucalipto. A redução da área plantada com pinus de 2,1% a.a. nos últimos cinco anos está relacionada principalmente à substituição por eucalipto (IBÁ 2016).

Com o propósito de obter tanto variedades e/ou híbridos mais produtivos, o melhoramento genético é uma ferramenta que consiste em modificar um material genético, com o foco na produtividade da espécie, proporcionando o conhecimento da cultura e de seu potencial genético para o uso em um programa de melhoramento genético. Dentre as características avaliadas para a espécie está altura de plantas, diâmetro à altura do peito, forma de fuste e volume de madeira (AZEVEDO et al., 2015; FONSECA et al., 2010; ROSADO et al., 2009). É a partir destas principais características que se avalia adaptabilidade, produtividade, a fim de obter materiais promissores para o mercado.

Em alguns dos estados brasileiros, a cadeia produtiva do eucalipto já está consolidada, no entanto, em outras regiões são poucos os estudos genéticos da cultura (AZEVEDO et al., 2015). Na região Centro-Oeste, o Estado do Mato Grosso do Sul mesmo estando entre os três estados que mais contribuem com as áreas plantadas com *Eucalyptus* (IBÁ 2016), a silvicultura intensiva permanece em sua fase inicial, deficiente de informações quanto a adaptação e a recomendação da melhor espécie a ser plantada em cada região. Azevedo et al. (2015), observaram a mesma escassez de informação no Estado do Mato Grosso, o que acarreta no plantio de espécies pouco promissores para a região.

A implantação de experimentos em diferentes locais é de fundamental importância para avaliar o desempenho da cultura. Souza et al. (2011), ao avaliarem

*Eucalyptus urophylla*, em Selvíria – MS, observaram ótimo desenvolvimento, substancial variação genética e predição de altos ganhos na seleção dos genótipos superiores. Assim é notável a importância de verificar o desempenho dos materiais disponíveis em determinada região, proporcionando ao produtor ou melhorista, informações valiosas sobre qual espécie será mais vantajoso utilizar em sua propriedade, ou em programas de melhoramento genético, respectivamente.

A obtenção de parâmetros genéticos torna-se imprescindível na caracterização genética por meio de informações fenotípicas dos indivíduos. Com o valor da herdabilidade (proporção da variância fenotípica devido a causa genética), pode-se estimar a eficiência esperada da seleção no aproveitamento da variabilidade genética. A variabilidade genética da população em estudo é a base que possibilita a realização de processos de seleção e recombinação, sendo assim, a caracterização desta, é necessária para o conhecimento do germoplasma disponível e planejamento adequado dos programas de melhoramento da cultura (COSTA et al., 2015; PAULA et al., 2002).

O conhecimento do germoplasma disponível permite a escolha adequada de métodos para a obtenção de indivíduos/famílias superiores (PIMENTEL et al., 2013). Dentre os métodos de seleção para a obtenção de ganhos podemos destacar a seleção entre e dentro e a seleção combinada. Na seleção entre e dentro, pode-se utilizar o índice de seleção, o qual busca associar as informações referentes às várias características com o auxílio de pesos econômicos previamente estabelecidos. Já a seleção combinada baseia-se no estabelecimento de um índice para cada indivíduo com base no seu desempenho e da sua família, considerando os vários fatores experimentais como parcela, bloco e população (CRUZ et al., 2012).

Segundo Rosado et al. (2009) a seleção de indivíduos dentro de famílias tem sido valorizada, uma vez que certa proporção da variância genética está contida em plantas dentro das progênes. Para tanto, ganhos são obtidos através da seleção das melhores plantas das parcelas.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi estimar os parâmetros genéticos e a partir destes, predizer ganhos genéticos para os caracteres de crescimento avaliados.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais do gênero *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus* pertencente à família Myrtaceae e tem como centro de origem a Austrália, embora também ocorra na Nova Guiné e na Indonésia. Foi introduzido comercialmente no Brasil no início do século XX. Embora existam aproximadamente 600 espécies conhecidas, seu plantio está centrado em poucas espécies (FONSECA et al., 2010).

No eucalipto a presença de protandria e autoincompatibilidade favorecem a fecundação cruzada (FONSECA et al., 2010), gerando variabilidade e conseqüentemente diferenças nos caracteres altura de plantas, forma do fuste, volume e componentes físicos e químicos da madeira, o que torna este gênero de grande interesse para o melhoramento.

Embora introduzido a mais de um século no país, pouco se conhece a origem e divergência genética entre populações introduzidas. Como já ressaltado, as espécies de eucalipto têm origem de populações naturais da Austrália, podendo ou não ter ocorrido redução da diversidade em decorrência de cruzamento entre indivíduos aparentados, e principalmente em decorrência do pequeno tamanho populacional introduzido no Brasil. Isso é um grande problema para a silvicultura intensiva, pois a ausência da variação genética nos caracteres de interesse econômico limita o melhoramento genético (SOUZA et al., 2011).

Dentre as principais espécies mais cultivadas no Brasil estão o *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. É possível observar a variação entre as espécies e indivíduos principalmente devido a variação genética. (FONSECA et al., 2010).

### 2.2 Caracterização das espécies estudadas

A espécie *Eucalyptus camaldulensis* possui alta densidade, crescimento rápido, boa regeneração, boa adaptação a solos pobres e à seca, adaptada a região do Cerrado, sendo utilizada principalmente para a produção de carvão vegetal (FONSECA et al., 2010).

*Eucalyptus urophylla* apresenta resistência à seca, boa regeneração e adaptabilidade tanto que contribui para a formação de híbridos com o *E. grandis*, com vista a resistência de patógenos. Tem aplicabilidade em estruturas que

demandam alta resistência e na fabricação de papel/celulose e carvão (SILVA 2003; FONSECA et al., 2010).

*Eucalyptus grandis* apresenta rápido crescimento, alta produtividade, fácil regeneração, sendo a espécie mais cultivada no mundo. Por apresentar características silviculturais desejáveis, pode ser aplicada na serraria por apresentar leveza (FONSECA et al., 2010; MARTINS et al., 2005; SILVA 2003).

*Eucalyptus saligna* mostra bom crescimento, forma do fuste e resistência a geadas. Possui boa capacidade de regeneração. Indicada para a construção, móveis, celulose/papel, carvão e mourões (SILVA 2003).

Com o avanço das tecnologias, aumenta a necessidade de desenvolvimento de genótipos com propriedades para atender a um grande número de demandas, assim, as plantações de eucalipto têm sido ampliadas em muitos países devido à sua importância econômica, adaptabilidade à diversas condições edafoclimáticas, rápido crescimento das árvores e versatilidade de aplicação da madeira na indústria.

### **2.3 Melhoramento genético do eucalipto**

O melhoramento no Brasil iniciou-se em 1904, com o pesquisador Dr. Edmundo Navarro de Andrade da ex-Companhia Paulista de Estradas de Ferro, em São Paulo, com o objetivo de identificar espécies mais bem adaptadas às condições climáticas brasileiras, fornecendo combustível e madeira para ferrovia (FERREIRA; SANTOS 1997).

A partir de 1941, Edmundo juntou-se com o pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Dr. Carlos Arnaldo Krug e iniciaram o programa de melhoramento visando melhorar a uniformidade das plantações, melhorar a forma do tronco, características do ramo, crescimento em diâmetro e altura, brotação e produção de madeira. E foi por volta de 1960 com o envolvimento do setor privado que o melhoramento foi impulsionado, passando a ser realizado intensivamente (ASSIS et al., 2015).

Atualmente no Brasil, a maioria dos plantios de eucalipto é composta por clones oriundos de plantas híbridas. Esta cultura possui a capacidade de reproduzir assexuadamente, através da propagação vegetativa, gerando indivíduos geneticamente idênticos a planta matriz e, preservando as características comercialmente importantes. Assim, para que a obtenção de clones seja promissora,

é evidente a necessidade de obter plantas matrizes que apresentem as características de interesse comercial (ASSIS et al., 2015; FONSECA et al., 2010).

O processo de clonagem garante maior homogeneização do produto final. Após a obtenção de genótipos promissores/matriz, a clonagem é utilizada por ser um meio eficiente na propagação de plantas, pois a partir de brotos novos é possível obter um indivíduo com as mesmas características da planta matriz. Para que a árvore possa ser clonada deve apresentar bom desenvolvimento em campo e resistência às adversidades climáticas do local de plantio e a possíveis pragas e doenças da região (ASSIS et al., 2015).

O sucesso na obtenção de plantas matrizes superiores está relacionada a variabilidade genética inicial da população, a qual pode ser definida como sendo a diferença entre as médias dos genótipos avaliados, para a característica. Esta pode ser estimada a partir da avaliação fenotípica com o auxílio de técnicas para sua quantificação genética (BELTRAME et al., 2012).

As características (ou fenótipos) podem ser subdivididas em dois grupos: as qualitativas e as quantitativas (PINTO-JUNIOR et al., 2011). Os caracteres quantitativos (características controladas por vários genes), tais como: diâmetro, altura e volume (BELTRAME et al., 2012), apresentam herança complexa, que em contraposição da herança qualitativa (características governadas por um ou dois genes), apresenta herança menos complexa. Na seleção de caracteres governados por vários genes, é laboriosa a reunião dos alelos favoráveis em um único genótipo (PINTO-JUNIOR et al., 2011).

Para contornar este problema, uma das estratégias utilizadas para obter genótipos superiores é Seleção Recorrente Recíproca (SRR), que consiste da obtenção de progênies, avaliação, seleção e recombinação dos genótipos selecionados, ocorrendo estas mesmas etapas nos ciclos seguintes. Possui a finalidade de aumentar a frequência de alelos favoráveis a cada ciclo de seleção, aumentando assim a média da característica (ASSIS et al., 2015).

O uso de técnicas biotecnológicas, como os marcadores moleculares na análise genética, tem permitido uma rápida detecção da variabilidade genética, assim como selecionar genitores divergentes para acelerar os ciclos de seleção (FONSECA et al., 2010). No entanto, ainda é uma técnica de alto custo.

Na avaliação dos caracteres através do fenótipo, os caracteres de alta produtividade e qualidade, em sua maioria quantitativa, não resultam somente dos efeitos genotípicos, mas também dos efeitos ambientais e interação de ambos. E para a obtenção de estimativas, entre os principais procedimentos para estimar parâmetros genéticos destaca-se a Análise da Variância (ANOVA), podendo ser praticado em nível de população e/ou indivíduo, subsidiando a predição de ganhos genéticos e o possível sucesso no melhoramento genético vegetal (CRUZ et al, 2012).

Segundo Cruz (2005), a variância fenotípica de um caráter pode ser decomposta em componentes de variância, como por exemplo: variação devido às diferenças genéticas entre tratamentos e/ou progênies ( $\sigma^2_g$ ) e variação devido às diferenças genéticas dentro de tratamentos e/ou progênies ( $\sigma^2_{gd}$ ). Com esses dados também podem ser estimados a herdabilidade entre tratamentos ( $h^2_e$ ) e a herdabilidade dentro dos tratamentos ( $h^2_d$ ). As estimativas destes componentes de variação e dos parâmetros genéticos são essenciais para predizer os seus valores genéticos (CRUZ 2005).

Estimativas de variâncias genéticas em eucalipto têm sido obtidas por alguns autores (COSTA et al., 2015; FREITAS et al., 2009; ROSADO et al., 2009). A maioria observou em seus trabalhos variância genética dentro maior do que entre as espécies avaliadas. Essas pesquisas têm contribuído no desenvolvimento e eficiência dos programas de melhoramento genético, determinando os caminhos a serem tomados na seleção dos melhores indivíduos.

De modo geral, o progresso genético não depende somente da sua magnitude e variabilidade, mas também das correlações entre os caracteres. Uma das formas de aumentar a eficiência de seleção de um caráter é o estudo das correlações, que medem o grau de associação entre dois ou mais caracteres. A seleção de uma característica possibilita inferir ganhos com a seleção indireta de outra característica, significando que a seleção de um caráter pode promover um possível ganho para ambas as características correlacionadas (PINTO-JUNIOR et al., 2011).

A variabilidade apresentada pela cultura, variação nas condições de cultivo e uso das correlações permitem a obtenção de genótipos mais produtivos e adaptados às diferentes condições climáticas, além do ganho de tempo.

## **2.4 Ganhos genéticos com a seleção**

A maior contribuição da genética quantitativa está na possibilidade de estimar os ganhos com a seleção. A população melhorada é constituída de plantas selecionadas pelos melhoristas para promover o melhoramento genético. Após obter a população melhorada no eucalipto, é possível realizar novos ciclos de seleção alcançando ganhos superiores. Os indivíduos selecionados ao longo dos ciclos seletivos também poderão ser clonados caso apresentem caracteres desejáveis.

O ganho predito com a seleção é obtido com base na diferença entre a média dos indivíduos selecionados com a média da população original, o chamado diferencial de seleção. Para obter ganhos genéticos expressivos, a seleção deve ser realizada em populações que apresentem elevada variabilidade genética, possibilitando a manutenção e a combinação destas características em um único indivíduo (CRUZ et al., 2012).

Ganhos genéticos para características silviculturais podem ser alcançados através da manutenção da variabilidade genética. Quando se explora a variabilidade, através da seleção, vários caracteres podem ser selecionados simultaneamente, e assim aumentar a frequência alélica de todas as características desejadas (MARTINS et al., 2005). Dentre os métodos de seleção mais empregados estão a seleção massal, a seleção massal estratificada, a seleção entre e dentro e a seleção combinada, sendo estes dois últimos bastante utilizados no eucalipto (FREITAS et al., 2009; MARTINS et al., 2005; ROSADO et al., 2009).

A seleção entre e dentro, com base no índice, também conhecido como índice clássico, tem como critério a seleção simultânea de duas ou mais características. Ele considera valores fenotípicos das várias características. A seleção com o uso do índice busca maximizar os ganhos de forma simultânea em todos os caracteres com o auxílio de pesos econômicos para a ponderação. Para tanto, como pesos econômicos, se utiliza valores obtidos a partir das análises estatísticas ou também valores iguais para todos os caracteres (CRUZ et al., 2006; CRUZ et al., 2012).

Segundo Rosado et al. (2009) a seleção de indivíduos dentro de famílias tem sido valorizada, uma vez que certa proporção da variância genética está contida em plantas dentro das progênies. Para tanto, ganhos são obtidos através da seleção das melhores plantas das famílias superiores. Já a seleção combinada estabelece um índice para cada indivíduo, com base no seu desempenho, além de outros

fatores experimentais como família, bloco e população (CRUZ et al., 2012). Na tabela 1 podem-se observar as estimativas de ganhos obtidos por alguns pesquisadores por meio dos métodos aqui citados.

**Tabela 1.** Comparação dos ganhos obtidos por diferentes autores.

Espécie	Idade (meses)	Ganhos (%)				Ganhos (%)				Autor
		Seleção entre e dentro				Seleção combinada				
		DAP	ALT	FF	VOL	DAP	ALT	FF	VOL	
<i>E. urophylla</i>	55	8,50	6,04	-	23,68	11,11	7,88	-	29,92	Rosado et al., (2009)
Híbrido <i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	36	21,41	14,60	-	66,87	26,37	18,74	-	83,86	Freitas et al. (2009)
<i>E. grandis</i>	48	-	76,60	-	-	-	79,57	-	-	Martins et al., (2005)
<i>E. camaldulensis</i>	67	14,40	-	-	-	-	-	-	-	Paula et al., (2002)
<i>E. camaldulensis</i>	36	4,19	4,22	4,82	-	-	-	-	-	Azevedo et al., (2015)

(-) Não houve estimativas para o caractere em análise.

Comparando diferentes estratégias de seleção, Freitas et al. (2009) verificaram que para o híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, a seleção massal, massal estratificada, entre e dentro de progênies e a combinada, apresentaram ganhos genéticos similares. Isso pode ter ocorrido devido à alta variabilidade genética e herdabilidade estimadas.

É de grande valia testar os diferentes métodos de seleção para por fim, selecionar aquele que proporciona maiores ganhos, para que este possa ser utilizado na seleção das progênies superiores.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, T. F.; ABAD, J. I. M.; AGUIAR, A. I. **Melhoramento genético do eucalipto**. In. *Silvicultura do eucalipto no Brasil*; Schumacher, M. V., Viera, M., Eds. Santa Maria: UFSM, 2015, p. 217–244.

AZEVEDO, L. P. A. et al. Seleção genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* em área de cerrado matogrossense. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n.11, p. 2001-2006, 2015.

BELTRAME, R. B. et al. Desempenho silvicultural e seleção precoce de clones de híbridos de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.6, p.791-796, 2012.

COSTA, R. B. et al. Variabilidade e ganhos genéticos com diferentes métodos de seleção em progênies de *Eucalyptus camaldulensis*. **Revista Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 58, n. 1, p. 69-74, 2015.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Biometria**. Viçosa: UFV, v. 1, 2006, 382 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, v. 2, 2012, 514p.

FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. dos. Melhoramento genético florestal dos *Eucalyptus* no Brasil: breve histórico e perspectivas. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, 1., 1997, Salvador. **Anais...** Colombo: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1997, p. 14-34.

FONSECA, S. M. et al. **Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto**. Viçosa: UFV, 2010, 200 p.

FREITAS, R. G. et al. Predição de ganhos genéticos em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urograndis* cultivadas em diferentes ambientes e submetidas a diferentes procedimentos de seleção. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 255-263, 2009.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Ibá**, 2016. (Relatório anual) Disponível em:< <http://iba.org/pt/>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

MARTINS, I. S. et al. Comparação entre os processos de seleção entre e dentro e o de seleção combinada, em progênies de *Eucalyptus grandis*. **Cerne**, v. 11, n. 1, p. 16-24, 2005.

FONSECA, S. M. et al. **Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto**. Viçosa: UFV, 2010, 200 p.

PAULA, R. C. et al. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 159-165, 2002.

PIMENTEL, A. J. B. et al. Comparação de métodos de seleção de genitores e populações segregantes aplicados ao melhoramento de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p.113-121, 2013.

PINTO-JÚNIOR, J. E. P. et al. **Genética florestal**. Viçosa: Arka, 2011. 318p.

ROSADO, A. M. et al. Ganhos genéticos preditos por diferentes métodos de seleção em progênies de *Eucalyptus urophylla*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1653-1659, 2009.

SILVA, J. C. Descrição de algumas espécies de eucalipto. **Revista da Madeira [online]**, n. 75, 2003. Disponível em: <<http://www.remade.com.br>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

SOUZA, C. S. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres quantitativos em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urophylla*. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 847-856, 2011.

# CAPÍTULO 1: VARIABILIDADE GENÉTICA EM DIFERENTES ESPÉCIES DE EUCALIPTO PARA CARACTERES SILVICULTURAIS

## RESUMO

Diversas espécies de eucalipto são cultivadas nas mais diversas condições edafoclimáticas brasileiras, porém, ainda faltam informações a respeito do comportamento e da variabilidade genética das mesmas. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo verificar a existência de variabilidade genética e estimar os parâmetros genéticos para os caracteres de crescimento em quatro espécies de eucalipto: *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. Foram avaliadas as características altura total (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP), forma do fuste (FF) e volume individual (VOL), aos 32 meses de idade. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. As análises de variância foram realizadas com informação dentro de parcela, sendo também estimados os parâmetros genéticos e as correlações de Pearson entre os caracteres avaliados. Foram detectadas diferenças significativas entre as espécies para todas as variáveis avaliadas, exceto para o caráter altura total. Foi observada elevada variabilidade genética dentro das espécies para todos os caracteres avaliados, indicando a possibilidade de ganhos com a seleção dentro. Também foram obtidas elevadas estimativas de herdabilidade em nível de médias para os caracteres DAP, FF e VOL. A espécie que apresentou maiores médias foi *E. grandis* para todos os caracteres avaliados, o que demonstra a sua maior adaptação local. A variável DAP apresentou alta correlação (positiva) significativa com a FF e com o VOL sugerindo possíveis ganhos indiretos por meio da seleção baseada no DAP.

Palavras-chave: *Eucalyptus*; divergência genética; correlação

26           **CHAPTER 1: GENETIC VARIABILITY IN DIFFERENT SPECIES OF**  
27                           **EUCALYPTUS FOR SILVICULTURAL CHARACTERS**

28  
29           ABSTRACT

30  
31           Several species of Eucalyptus are cultivated in the most diverse Brazilian soil and  
32 climatic conditions, but there is still a lack of information about their behavior and genetic  
33 variability. The objective of this work was to verify the existence of genetic variability and to  
34 estimate the genetic parameters for growth traits in four eucalyptus species: *Eucalyptus*  
35 *camaldulensis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. The  
36 characteristics evaluated were plant height (ALT), diameter at breast height (DAP), stem  
37 shape (FF) and individual volume individual (VOL) were evaluated at 32 months of age. The  
38 experimental design was a randomized block design with four replications. The analyzes of  
39 variance were performed with information within plot, and the genetic parameters and  
40 Pearson correlations among the evaluated characters were also estimated. Significant  
41 differences were detected between species for all variables evaluated, except for the ALT  
42 character. High genetic variability was observed within the species for all evaluated  
43 characters, indicating the possibility of gains with selection within. High heritability estimates  
44 were also obtained at the mean level for the DAP, FF and VOL characters. The specie  
45 presented the higher averages was *E. grandis* for all the characters evaluated, which shows a  
46 high local adaptation. The DAP variable showed a significant (positive) significant correlation  
47 with FF and VOL, suggesting possible indirect gains, through selection based on DAP.

48  
49   key-words: *Eucalyptus*; *genetic divergence*; *correlation*

## 51 INTRODUÇÃO

52

53 Atualmente, no Brasil a área total plantada com espécies florestais é da ordem de 7,8  
54 milhões de hectares, sendo 5,6 milhões de hectares com eucalipto (Ibá 2016), para tanto a  
55 maior parte encontram-se em Minas Gerais (25%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul  
56 (15%), sendo que este último tem se destacado com o plantio de 450 mil hectares nos últimos  
57 cinco anos.

58 O melhoramento genético florestal vem atuando na seleção de genótipos para  
59 características desejáveis (Bered et al. 1997), tais como, resistência à condições bióticas  
60 (Pinto et al. 2014), tolerância à condições abióticas (Mora 2006, Moraes et al. 2015),  
61 qualidade da madeira (densidade, comprimento de fibras, etc) (Fonseca et al. 2010) e  
62 principalmente caracteres associados ao crescimento (forma de fuste, ritmo de crescimento,  
63 volume individual e diâmetro) (Zimback et al. 2011).

64 As estimativas dos parâmetros genéticos de características de interesse são  
65 importantes para o melhoramento da espécie, gerando informações do potencial genético de  
66 indivíduos e/ou famílias a serem selecionados (Zimback et al. 2011). Por seguinte, a  
67 eficiência da seleção na obtenção de indivíduos superiores depende da acurácia na escolha  
68 destes (Cruz et al. 2012).

69 As estimativas de variâncias tanto em nível de espécie/procedência/progênie quanto  
70 em nível de planta possibilita informações essenciais para o progresso genético. Em trabalhos  
71 realizados com diversas espécies florestais, autores observaram maior variação dentro de  
72 progênie do que entre progênies, o que é esperado em espécies alógamas que apresentam  
73 eficientes mecanismos para dispersão de pólen (fluxo gênico) (Freitas et al. 2009, Otsubo et  
74 al. 2015).

75            Dessa forma, por meio da avaliação do germoplasma disponível é possível identificar  
76 as melhores espécies quanto aos caracteres desejáveis, além de estimar a variabilidade  
77 genética que estas apresentam, sendo esta a base para um programa de melhoramento  
78 genético que busca reunir os alelos favoráveis, através da seleção e recombinação dos  
79 melhores indivíduos da população.

80            Com a presença de variabilidade é possível obter ganhos genéticos com a seleção de  
81 genótipos superiores. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo verificar a  
82 existência de variabilidade genética e estimar os parâmetros genéticos entre e dentro das  
83 espécies para os caracteres de crescimento e produção da madeira em quatro espécies de  
84 eucalipto.

85

## 86            MATERIAL E MÉTODOS

87

88            O experimento foi implantado em janeiro de 2014, em área pertencente à Universidade  
89 Federal do Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul - MS, localizada na latitude de  
90 18°47'39''S e longitude de 52°37'22''W com altitude de 820 m. O solo no local do  
91 experimento é classificado como Latossolo Vermelho distrófico. Segundo a classificação de  
92 Köppen o clima de Chapadão do Sul é do tipo tropical úmido (Aw), com estação chuvosa nos  
93 meses de outubro a abril e seca entre os meses de maio a setembro (Castro et al. 2012). A  
94 precipitação média anual varia entre 750 e 1.800 mm ano<sup>-1</sup> e a temperatura média anual de ±  
95 22,5°C.

96            No plantio foram utilizados mudas de quatro espécies/procedências de eucalipto  
97 oriundas de sementes (Tabela 1), em espaçamento 3 x 2 m. O delineamento experimental  
98 utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por  
99 quatro linhas com sete árvores cada, sendo que foram avaliadas 20 árvores de cada parcela.

Tabela 1. Espécies de eucalipto com suas procedências e níveis de melhoramento, implantados em Chapadão do Sul - MS, 2016

Material Genético	Procedência	Nível de melhoramento*
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	Selvíria - MS	APS-MS (F1)
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill. ex Maiden	Lençóis Paulista -SP	APS-MS (F2)
<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake	Piracicaba - SP	APS-MS (F2)
<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	Telêmaco Borba - PR	PSM (F1)

Área de produção de sementes (APS); Pomar de sementes por mudas (PSM); Matrizes selecionadas (MS); \*nível de melhoramento (Fn: (n =1 a 2)).

100

101 Aos 32 meses de idade foram coletados os seguintes dados silviculturais: altura total  
 102 de plantas (ALT, m), diâmetro à altura do peito (DAP, cm), forma do fuste (FF, notas) e  
 103 volume individual total com casca (VOL, m<sup>3</sup> árvore<sup>-1</sup>). O diâmetro à altura do peito (DAP) foi  
 104 obtido com o auxílio de uma fita métrica medindo-se a circunferência à altura do peito (CAP)  
 105 e posteriormente transformada para DAP:

$$106 \quad DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad \dots(1)$$

107 Para a obtenção da altura total (ALT), foi utilizado o clinômetro eletrônico (Haglof EC  
 108 II). Para determinação da forma do fuste (FF) foi adotado uma escala de notas variando de 1 a  
 109 5, atribuindo-se nota 1 para um tronco muito tortuoso e 5 para um tronco tendendo a retidão  
 110 ou reto, tal como descrito por Kageyama et al. (1979).

111 O volume individual de madeira (m<sup>3</sup> árvore<sup>-1</sup>) foi obtido com o emprego do método de  
 112 Pressler (método não destrutivo), que se baseia na chamada altura ou ponto de Pressler, altura  
 113 onde o diâmetro do tronco é igual à metade do diâmetro da base de referência, normalmente o  
 114 DAP. Assim, o volume individual foi estimado por meio da seguinte expressão:

$$115 \quad Yp = \frac{2}{3} g \left( h + \frac{3}{2} m \right) \quad \dots(2)$$

116 Onde, Yp: representa o volume individual da árvore obtido pela fórmula de Pressler  
 117 (m<sup>3</sup>); g: área basal (m<sup>2</sup>); h: altura de Pressler, isto é, distância entre a altura do CAP e o ponto  
 118 em que o diâmetro é igual à metade do DAP (m); m: distância entre o nível do solo e o CAP  
 119 (m).

120 De posse dos dados coletados foi realizada a análise de variância com informação  
 121 dentro da parcela (Tabela 2) para obtenção das estimativas dos componentes de variância  
 122 (Tabela 3) das características avaliadas.

123

Tabela 2. Esquema da análise de variância para experimento em bloco ao caso com informação dentro da parcela. Chapadão do Sul - MS, 2016

F.V.	GL	QM	E(QM)	F
Blocos	J-1	QMB	$\sigma_d^2 + K\sigma_e^2 + JK\sigma_b^2$	QMG/QME
Genótipos	I-1	QMG	$\sigma_d^2 + K\sigma_e^2 + JK\sigma_g^2$	
Entre parcelas	(J-1)(I-1)	QME	$\sigma_d^2 + K\sigma_e^2$	
Dentro de parcelas	JI(K-1)	QMD	$\sigma_d^2$	
Total	JIK-1			

Fonte de variação (F.V.); quadrado médio (QM); esperança do quadrado médio (E(QM)); variância devido a variação dentro de parcelas ( $\sigma_d^2$ ); variância devido ao erro entre parcelas ( $\sigma_e^2$ ); variância devido ao efeito de bloco ( $\sigma_b^2$ ); e variância genética ( $\sigma_g^2$ ); número de blocos (J); número de genótipos (I); e número de plantas por parcela (K).

Fonte: Freitas et al. (2009 , modificado).

124

125 Foi realizada a análise de variância com informação dentro da parcela para obtenção  
 126 das estimativas dos componentes de variância das características avaliadas, utilizando-se o  
 127 seguinte modelo estatístico (Freitas et al. 2009):

$$128 \quad Y_{ijk} = m + t_i + b_j + \varepsilon_{ij} + \delta_{ijk} \quad \dots(3)$$

129 Em que  $Y_{ijk}$ : performance média do k-ésimo indivíduo, do j-ésimo bloco, da i-ésima  
 130 progênie;  $m$ : média geral da variável em análise;  $t_i$ : efeito da i-ésima progênie ( $i = 1. 2. \dots I$ ),  
 131  $g_i \sim \text{NID}(0, \sigma_g^2)$ ;  $b_j$ : efeito do j-ésimo bloco ( $j = 1. 2. \dots J$ ),  $b_j \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$ ;  $\varepsilon_{ij}$ : efeito da  
 132 interação entre a i-ésima progênie do j-ésimo bloco, ou efeito ambiental da ij-ésima parcela,  
 133  $g_i \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$ ; e  $\delta_{ijk}$ : efeito do k-ésimo indivíduo dentro da ij-ésima parcela,  $g_i \sim \text{NID}(0,$   
 134  $\sigma_d^2)$ .

135 Também foi realizado o teste de médias (teste Tukey) e obtidas estimativas de  
 136 correlação linear de Pearson entre os pares de caracteres por meio dos componentes de  
 137 covariância, estimados através dos produtos médios das fontes de variação do modelo  
 138 estatístico (Cruz et al. 2012).

Tabela 3. Estimadores dos parâmetros genéticos obtidos no trabalho. Chapadão do Sul - MS, 2016

Parâmetro Genético	Estimador do Parâmetro Genético
$\sigma_b^2$	(QMB-QME)/kr
$\sigma_{ge}^2$	(QMG-QME)/kr
$\sigma_{gd}^2$	$3\sigma_g^2$
$\sigma_e^2$	(QME-QMD)/k
$\sigma_d^2$	QMD
$\sigma_T^2$	$\sigma_b^2 + \sigma_g^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2$
$h_e^2$	$\sigma_g^2 / (\text{QMG}/kr)$
$h_d^2$	$\sigma_{gd}^2 / (\sigma_d^2)$
$CV_e$	$100 \cdot \sqrt{(\sigma_e^2)/m}$
$CV_d$	$100 \cdot \sqrt{(\text{QME}/k)/m}$
$CV_{ge}$	$100 \cdot \sqrt{(\sigma_g^2/k)/m}$
$CV_{gd}$	$100 \cdot \sqrt{(\sigma_{gd}^2/k)/m}$

Variância de blocos ( $\sigma_b^2$ ), variância genética entre parcelas ( $\sigma_{ge}^2$ ), variância genética dentro de parcela ( $\sigma_{gd}^2$ ), variância residual ( $\sigma_e^2$ ), variância fenotípica dentro de parcela ( $\sigma_d^2$ ), variância total ( $\sigma_T^2$ ); estimativa da herdabilidade média ( $h_e^2$ ), herdabilidade dentro ( $h_d^2$ ); coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ), coeficiente de variação genético entre ( $CV_{ge}$ ) e coeficiente de variação genético dentro ( $CV_{gd}$ )

Fonte: Freitas et al. (2009 , modificado).

139

140 O coeficiente de correlação (r) de Pearson foi interpretado de acordo com Callegari-  
 141 Jacques (2003), onde estabelece que:  $0,00 < r < 0,30$ : correlação linear fraca;  $0,30 \leq r < 0,60$ :  
 142 correlação linear moderada;  $0,60 \leq r < 0,90$ : correlação linear forte;  $0,90 \leq r < 1,00$ :  
 143 correlação linear muito forte.

144 As análises estatísticas foram realizadas com o Programa Computacional Genes (Cruz  
 145 2006). Para forma de fuste os dados foram transformados  $\sqrt{(x + 1)}$ .

146

## 147 RESULTADOS E DISCUSSÃO

148

149 Através da análise de variância (Tabela 4), foram detectadas diferenças significativas  
 150 entre as espécies, referente aos caracteres diâmetro à altura do peito, forma do fuste e volume  
 151 individual, pelo teste F, ao passo que para a altura total, as diferenças não foram  
 152 significativas.

153 Os coeficientes de variação experimental ( $CV_e$ ) para as espécies, mantiveram-se em  
 154 níveis aceitáveis para a experimentação em campo, com o valor máximo de 11,09% para a

155 variável altura total, dados estes considerados de alta precisão experimental, pois quanto  
 156 menor o CV<sub>e</sub>, menor é o erro experimental (Cargnelutti Filho & Storck 2007).

157 Foram observadas maiores estimativas de variabilidade genética dentro das espécies  
 158 do que entre as espécies para todos os caracteres avaliados (Tabela 4), ou seja, a seleção dos  
 159 melhores indivíduos dentro das espécies pode ser perfeitamente viável, resultando em  
 160 elevados ganhos com a seleção para estes caracteres.

161

Tabela 4. Estimativas da variância genética em espécies de eucalipto. Chapadão do Sul - MS, 2016

F.V.	Quadrado Médio			
	ALT (m)	DAP (cm)	FF	VOL (m <sup>3</sup> )
Blocos (GL = 3)	44,5062	15,8379	0,1070	0,0005
Progenies (GL = 3)	117,2709 <sup>ns</sup>	83,0195**	0,3038*	0,0187**
Erro entre parcela (GL = 9)	50,3607	1,9792	0,0616	0,0007
Erro dentro da parcela (GL = 304)	1,1372	3,7229	0,0551	0,0005
Média	14,15	11,07	2,14	0,05
<b>Parâmetros Genéticos</b>				
$\sigma^2_{ge}$	0,8364	1,0130	0,0030	0,0002
$\sigma^2_{gd}$	2,5091	3,0390	0,0091	0,0007
$\sigma^2_{fd}$	1,1372	3,7229	0,0551	0,0005
$h^2_e$ (US = entre)	0,5706	0,9762	0,7972	0,9623
$h^2_d$ (US = dentro)	2,2065	0,8163	0,1648	1,3750
CV <sub>e</sub>	11,09	0,0	0,84	6,01
CV <sub>ge</sub>	6,46	9,09	2,57	27,53
CV <sub>gd</sub>	11,19	15,75	4,45	47,69

Altura total (ALT, m); diâmetro à altura do peito (DAP, cm); forma do fuste (FF, escala de notas); e volume individual de madeira (VOL, m<sup>3</sup>árvore<sup>-1</sup>); unidade de seleção (US); variância genética entre espécies ( $\sigma^2_{ge}$ ); variância genética dentro de espécies ( $\sigma^2_{gd}$ ); variâncias fenotípicas dentro de espécies ( $\sigma^2_{fd}$ ); estimativa da herdabilidade média ( $h^2_m$ ); estimativa da herdabilidade dentro ( $h^2_d$ ); coeficiente de variação experimental (CV<sub>e</sub>); coeficiente de variação genético entre (CV<sub>ge</sub>); e coeficiente de variação genético dentro (CV<sub>gd</sub>).

<sup>ns</sup>: não significativo; \*, \*\* : diferenças significativas a 5 e a 1% de probabilidade de erro, respectivamente, pelo teste F entre os genótipos.

162

163           Estudo realizado por Freitas et al. (2009), ao analisarem a predição de ganhos  
164 genéticos em híbridos *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, aos 36 meses de idade,  
165 observaram alta variabilidade genética dentro, se comparada a variabilidade entre, para os  
166 caracteres altura, diâmetro à altura do peito e volume individual, indicando que a prática da  
167 seleção dentro da espécie pode proporcionar o progresso genético.

168           Os resultados estão de acordo com trabalhos realizados com espécies alógamas,  
169 evidenciando que a maioria das espécies arbóreas apresenta elevada variabilidade dentro,  
170 possibilitando seu uso em programas de melhoramento, podendo-se obter materiais genéticos  
171 promissores através do melhoramento genético (Otsubo et al. 2015).

172           Sabendo-se que a estimativa de herdabilidade varia de 0 a 1, valores de alta magnitude  
173 em nível de médias foram encontrados para os caracteres diâmetro à altura do peito (0,98),  
174 forma de fuste (0,80) e volume individual (0,96). Apenas a estimativa para altura total  
175 mostrou-se de moderada magnitude, indicando elevada contribuição do componente  
176 ambiental na expressão da altura total (Tabela 4). Apesar da variável altura total não  
177 apresentar efeito significativo, observa-se para esta variável, elevada variabilidade genética  
178 dentro, sendo passível de seleção dentro.

179           Os caracteres altura total e volume individual, apresentaram estimativas de  
180 herdabilidade em nível de planta superiores a 1 (Tabela 4), esse fato pode ser explicado  
181 devido à alta variação dentro que foi detectada, acarretando em um aumento do erro dentro da  
182 parcela.

183           Azevedo et al. (2015), obtiveram em *Eucalyptus camaldulensis* aos três anos de idade,  
184 estimativas inferiores de herdabilidade em nível de médias para os caracteres altura total,  
185 diâmetro à altura do peito e forma do fuste comparado ao presente estudo. Assim como Souza  
186 et al. (2011) ao avaliarem *Eucalyptus urophylla* com 17 anos de idade, observaram  
187 herdabilidade a nível de média de progênies inferiores para os caracteres altura total (0,19),

188 diâmetro à altura do peito (0,50) e forma do fuste (0,51). Essas diferenças são comuns e  
189 ocorrem devido à variabilidade genética, idade e local da população em estudo (Azevedo et  
190 al. 2015).

191 O coeficiente de variação genética dentro (CVgd), que expressa em porcentagem da  
192 média geral a variação genética dentro das espécies, foi alto, como constatado nas elevadas  
193 magnitudes observadas quanto a variância genética dentro (Tabela 4).

194 Como sugerem Sebbenn et al. (1998), para o coeficiente de variação genética dentro,  
195 valores acima de 7% são considerados altos. No presente trabalho, observou-se valores de  
196 CVgd entre 4,45% (forma do fuste) a 47,69% (volume individual), sendo que o único valor  
197 baixo foi para o caractere forma do fuste. Desta forma, os parâmetros silviculturais que  
198 apresentaram valores elevados indicam serem promissores para a seleção.

199 Na comparação das médias (Tabela 5) o *E. grandis* apresentou maior média para a  
200 variável diâmetro à altura do peito e *E. camaldulensis* a menor média. Este fato pode ser  
201 explicado devido *E. grandis* apresentar alto crescimento em diâmetro e conseqüentemente de  
202 volume em comparação com o *E. camaldulensis* que exibe como características um menor  
203 crescimento e rendimento em volume (Silva 2003).

204

Tabela 5. Médias da altura total de plantas (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP), forma do fuste (FF), e volume individual de madeira (VOL), obtidas em quatro espécies de eucalipto. Chapadão do Sul - MS, 2016

Espécies	ALT (m)	DAP (cm)	FF	VOL (m <sup>3</sup> )
<i>E. grandis</i>	15,64	12,28 a	2,23 a	0,0725 a
<i>E. saligna</i>	14,62	11,37 b	2,20 ab	0,0608 b
<i>E. camaldulensis</i>	13,34	9,86 c	2,08 b	0,0380 c
<i>E. urophylla</i>	13,01	10,79 b	2,17 ab	0,0464 c
Média	14,15	11,07	2,14	0,05

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%.

205

206 Para a forma do fuste foi detectado as maiores médias para *E. grandis* que não diferiu  
207 de *E. saligna* e *E. urophylla*. Indicando que *E. camaldulensis* apresentou maior tortuosidade  
208 do fuste em relação ao *E. grandis*, *E. saligna* e *E. urophylla* avaliados, o que de fato é uma  
209 característica descrita na literatura para esta espécie (Silva 2003). Quanto a variável volume  
210 individual, se constatou maior média para *E. grandis*, diferindo estatisticamente das demais  
211 espécies. Por outro lado, as menores médias para esta variável foram obtidas para *E.*  
212 *camaldulensis* e *E. urophylla*.

213 Desta forma, observa-se que a espécie *E. grandis* apresentou o melhor desempenho  
214 para todos os caracteres avaliados, demonstrando maior adaptação local. É notório que  
215 populações com maior grau de melhoramento como as espécies *E. grandis* e *E. urophylla*  
216 tendem a apresentar melhor desempenho em relação a outras espécies como o *E.*  
217 *camaldulensis* que apresenta menor grau de melhoramento (Santos 2012).

218 Os resultados aqui apresentados para os caracteres avaliados estão de acordo com os  
219 obtidos por Quiqui et al. (2001) que ao avaliarem espécies/procedências de *Eucalyptus* aos 7  
220 anos de idade, detectaram diferenças nas espécies para caracteres de crescimento. E dentre as  
221 espécies avaliadas, *Eucalyptus grandis* apresentou as maiores médias para altura, diâmetro e  
222 volume, com 21,81 m, 17,94 cm e 58,97 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Neste mesmo  
223 trabalho, também foram observadas as menores médias para a espécie/procedência *Eucalyptus*  
224 *calmadulensis*, com 13,69 m para altura total, 14,03 cm diâmetro e 28,81 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para o  
225 caractere volume individual. O melhor desempenho da espécie *E. grandis* em relação às  
226 demais já foi exposto por vários autores e essa característica faz com que a espécie seja a mais  
227 comumente cultivada no mundo (Fonseca et al. 2010; Zimback et al. 2011).

228 Os programas de melhoramento buscam por indivíduos superiores para sua utilização  
229 *per si* ou em cruzamentos para gerar novas combinações. Contudo, várias características

230 devem ser melhoradas simultaneamente, o que ressalta a importância do conhecimento do  
 231 comportamento associativo dos caracteres de interesse.

232 Sendo assim, foi observada estimativa de correlação elevada e positiva entre todos os  
 233 pares de caracteres avaliados (Tabela 6), no entanto, os que apresentaram correlação  
 234 significativa foram os caracteres diâmetro à altura do peito com o volume individual, o que  
 235 demonstra um alto grau de ajuste de descrição da variável dependente (volume individual)  
 236 pela variável independente (diâmetro à altura do peito), e o diâmetro à altura do peito com a  
 237 forma do fuste, ambos com  $r= 0,98$  (Tabela 6). A associação positiva entre os caracteres  
 238 avaliados permite inferir que ao ser selecionado uma das variáveis é possível obter ganhos,  
 239 elevando também, o valor da outra variável (Azevedo et al. 2015).

240

Tabela 6. Estimativas de correlação de Pearson entre caracteres para espécies de eucalipto avaliados em Chapadão do Sul – MS, 2016

Variáveis	$V_{(X)}$	$V_{(Y)}$	$COV_{(X,Y)}$	r (correlação)	Probabilidade (t)
VOL x DAP	0,0002	1,0377	0,0153	0,9842	1,2471*
VOL x ALT	0,0002	1,4659	0,0175	0,9448	5,2832
VOL x FF	0,0002	0,0038	0,0009	0,9374	6,0649
DAP x ALT	1,0377	1,4659	1,0852	0,8799	12,0158
DAP x FF	1,0377	0,0038	0,0613	0,976	2,0506*
ALT x FF	1,4659	0,0038	0,0576	0,7716	22,9265

Altura total (ALT, m); diâmetro à altura do peito (DAP, cm); forma do fuste (FF, escala de notas) e volume individual de madeira (VOL,  $m^3\text{árvore}^{-1}$ ).

\*: significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste t.

241

242 Moraes et al. (2015) ao avaliarem progênies de polinização aberta de *Eucalyptus*  
 243 *dunnii* também obtiveram estimativas de correlação elevada entre diâmetro à altura do peito e  
 244 volume individual ( $r= 0,94$  e  $0,95$ ), nos dois ambientes avaliados. Macedo et al. (2013)  
 245 verificaram em progênies de *Eucalyptus tereticornis* aos 25 anos de idade, elevadas  
 246 estimativas para estes mesmos caracteres ( $r= 0,89$ ), porém baixa correlação entre os caracteres  
 247 diâmetro à altura do peito e forma do fuste ( $r= 0,17$ ). O fato destes autores não constarem  
 248 correlação para este, pode ter sido ocasionada pelo ambiente ou idade das progênies.

249            Desta forma, é notável que a seleção por intermédio do diâmetro à altura do peito,  
250 pode se tornar uma variável de extrema importância como principal critério de seleção, pois  
251 ao selecionar indivíduos com base nesta variável, também será possível obter ganhos indiretos  
252 para os caracteres forma de fuste e volume individual para as espécies avaliadas.

253            Tal variável apresenta facilidade de avaliação, comparado à mensuração do volume  
254 individual, visto que para sua mensuração é necessário a altura de Pressler, de difícil acesso.  
255 Portanto, as estimativas dos coeficientes de correlação entre todos os caracteres auxiliam na  
256 redução do número de características avaliadas em experimentos futuros com eucalipto, uma  
257 vez observada elevada associação entre uma variável e outra.

258

## 259            CONCLUSÕES

260

261            As espécies avaliadas apresentaram comportamento variável quanto aos caracteres  
262 diâmetro à altura do peito, forma de fuste e volume individual.

263            A elevada variabilidade observada dentro das espécies indica a possibilidade de  
264 ganhos com a seleção entre plantas, dentro da espécie.

265            A espécie *E. grandis* foi a que apresentou melhor desempenho para todos os caracteres  
266 avaliados.

267

## 268            REFERÊNCIAS

269

270 AZEVEDO, L. P. D. A. et al. Seleção genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* em  
271 área de cerrado matogrossense. *Ciência Rural*, v. 45, n. 11, p. 2001-2006, 2015.

272

273 BERED, F.; BARBOSA NETO. F. J.; CARVALHO. F. I. F. Marcadores moleculares e sua  
274 aplicação no melhoramento genético de plantas. *Ciência Rural*, v. 27, n. 3, p. 513-520, 1997.

275

276 CALLEGARI-JACQUES, S. M. *Bioestatística: princípios e aplicações*. Artmed, 2003, 264 p.  
277

278 CARGNELUTTI FILHO, A. C.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão  
279 experimental em ensaios de cultivares de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n.  
280 1, p. 17-24, 2007.

281

282 CASTRO, M. A. et al. Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e  
283 floresta nativa no cerrado Sul-Mato-Grossense. *Brazilian Geographical Journal*, v. 3, n. 2,  
284 p.498-512, 2012.

285

286 CRUZ, C. D. *Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística*. UFV.  
287 2006.

288

289 CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao*  
290 *melhoramento genético*. 4. ed, UFV, v.1, 2012, 514 p.

291

292 FONSECA, S. M. et al. *Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto*. UFV,  
293 2010, 200 p.

294

295 FREITAS, R. G.; VASCONCELOS, E. S.; CRUZ, C. D. et al. Predição de ganhos genéticos  
296 em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urograndis* cultivadas em diferentes  
297 ambientes e submetidas a diferentes procedimentos de seleção. *Revista Árvore*, v. 33, n. 2, p.  
298 255-263, 2009.

299

300 INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. *Ibá*, 2016. (Relatório anual). Disponível em:<  
301 <http://iba.org/pt/>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

302

303 KAGEYAMA, P. Y. et al. *Avaliação de progênies de árvores superiores de Eucalyptus*  
304 *grandis (nota prévia)*. IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais), n. 80, 1979.  
305 (Circular Técnica)

306

307 MACEDO, H. R. et al. Variação, herdabilidade e ganhos genéticos em progênies de  
308 *Eucalyptus tereticornis* aos 25 anos de idade em Batatais-SP. *Scientia Forestalis*, v. 41, n.  
309 100, p. 533-540, 2013.

310

311 MORAES, C. B. et al. Variabilidade genética em progênies de meios-irmãos de eucaliptos  
312 para tolerância ao frio. *Revista Árvore*, v. 39, n. 6, p. 1047-1054, 2015.

313

314 MORA, F. Heredabilidad y valor genético (REML/BLUP) em genotipos de un eucalipto  
315 tolerante a la sequía, en el norte de Chile. *Ciência Florestal*, v. 16, n. 2, p. 145-151, 2006.

316

- 317 OTSUBO, H. C. B. Variação genética para caracteres silviculturais em três espécies arbóreas  
318 da região do bolsão Sul-Mato-Grossense. *Cerne*, v. 21 n. 4, p. 535-544, 2015.  
319
- 320 PINTO, C. S. et al. Genetic variability in progenies of *Eucalyptus dunnii* Maiden for  
321 resistance to *Puccinia psidii*. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 14, n. 3, p. 187-  
322 193, 2014.  
323
- 324 QUIQUI, E. M. D.; MARTINS, S. S.; SHIMIZU, J. Y. Avaliação de espécies e procedências  
325 de *Eucalyptus* para o noroeste do estado do Paraná. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 5, p. 1173-  
326 1177, 2001.  
327
- 328 SANTOS, L. F. *Avaliação da diversidade genética em Eucalyptus ssp, por meio de*  
329 *marcadores moleculares e métodos quantitativos*. 2012. 68f. Dissertação (Mestrado em  
330 Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz.  
331
- 332 SEBBENN, A. M. et al. Parâmetros genéticos na conservação da cabreúva – *Myroxylon*  
333 *peruiferum* L.F. Alemão. *Scientia Forestalis*, v. 53, n. 53, p. 31-38, 1998.  
334
- 335 SILVA, J. C. Descrição de algumas espécies de eucalipto. *Revista da Madeira* [online], n. 75,  
336 2003. Disponível em: <<http://www.remade.com.br>>. Acesso em: 20 dez. 2016.  
337
- 338 SOUZA, C. S. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres quantitativos em  
339 progênies de polinização aberta de *Eucalyptus urophylla*. *Floresta*, v. 41, n. 4, p. 847-856,  
340 2011.  
341
- 342 ZIMBACK, L. et al. Correlações entre caracteres silviculturais durante o crescimento de  
343 *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Revista do Instituto Florestal*, v. 23, n. 1, p. 57-67, 2011.  
344

## CAPÍTULO 2: PREDIÇÃO DE GANHOS COM A SELEÇÃO EM DIFERENTES ESPÉCIES DE EUCALIPTO

### RESUMO

O Estado do Mato Grosso do Sul vem se destacando devido ao crescimento de áreas com plantio de eucalipto, em menor tempo, no entanto, são poucos os estudos avaliando o potencial destas espécies na região. O melhoramento florestal vem contribuindo para obter informações precisas da constituição fenotípica destes materiais, e assim com a seleção de genótipos superiores, buscar a união de características de interesse para indústria. O objetivo deste trabalho foi estimar os ganhos preditos com a seleção para caracteres silviculturais em quatro espécies de eucalipto através da seleção entre e dentro e da seleção combinada. Foram avaliados os caracteres altura total (ALT), diâmetro à altura do peito (DAP), forma do fuste (FF) e volume individual (VOL), aos 32 meses de idade. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em espaçamento de 3 x 2 m. As análises de variância foram realizadas com informação dentro de parcela. Foram detectadas diferenças significativas entre as espécies para todas as variáveis avaliadas, exceto para o caráter ALT. Foi observado que a predição de ganhos a partir do método de seleção entre e dentro foi superior para os caracteres DAP, ALT e FF, no entanto, demonstrou-se inferior para o caractere VOL, que mostrou maiores ganhos no método de seleção combinada, característica de grande importância comercial.

Palavras-chaves: *Eucalyptus*; seleção entre e dentro; seleção combinada

26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51

## CHAPTER 2: PREDICTION OF GAINS WITH SELECTION IN DIFFERENT SPECIES OF EUCALYPTUS

### ABSTRACT

The state of Mato Grosso do Sul has been highlighted due to the growth of areas with *Eucalyptus* plantation, in less time, however, few studies evaluating the potential of species in the region. The forest improvement has contributed to obtain accurate information about the phenotypic constitution of these materials, and thus with the selection of superior genotypes, seek the union of characteristics of interest for industry. The objective of this work was to estimate the predicted gains with the selection for silvicultural characters in four eucalyptus species through the selection between and within and the combined selection. Total height (ALT), diameter at breast height (DAP), shape of the stem (FF) and individual volume (VOL) were evaluated at 32 months of age. The experimental design was in randomized blocks, with four replications, spaced 3 x 2 m. Analyzes of variance were performed with information within plot. Significant differences were detected between species for all variables evaluated, except for the ALT character. It was observed that the prediction of gains from the selection method between and within was higher for the DAP, ALT and FF characters, however, it was shown lower for the VOL character, which showed greater gains in the combined selection method, characteristic of great commercial importance.

Key-words: *Eucalyptus*; selection between and within; combined selection

## INTRODUÇÃO

53

54 Os plantios florestais no Brasil totalizaram em 2015 7,8 milhões de hectares de  
55 árvores plantadas em 2015, sendo 5,6 milhões de hectares com eucalipto (Ibá 2016). A maior  
56 parte destas áreas de eucalipto encontram-se em Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do  
57 Sul, sendo que este último se destacou com o plantio de 450 mil hectares nos últimos cinco  
58 anos.

59 Assim, é primordial a implantação de plantios florestais que satisfaçam as exigências  
60 do mercado. Em busca de genótipos mais produtivos, o eucalipto, vem se tornando alvo de  
61 estudos no melhoramento genético devido ao seu elevado crescimento. A partir deste fato, os  
62 programas de melhoramento buscam selecionar genótipos superiores. E uma das formas é  
63 pelo uso de métodos de seleção a partir de índices, que permitem a maximização do ganho  
64 genético de espécies e/ou indivíduos selecionados (Rosado et al. 2009).

65 Assim, o índice funciona como um caráter adicional, sendo que a seleção de genótipos  
66 superiores passa a ser realizada através do índice. Deste modo, a utilização de índices de  
67 seleção se torna uma ferramenta de grande importância (Rosado et al. 2009, Reis et al. 2015).  
68 Alguns são baseados no índice clássico, os quais buscam maximizar os ganhos para todos os  
69 caracteres (Smith 1936, Hazel 1943). Ainda existem outros índices, como o índice  
70 combinado, que além de considerar na seleção a informação do indivíduo, considera também  
71 a informação de sua família (parente) (Pires et al. 1996). Por fim, ambos os métodos de  
72 seleção utilizam índices de seleção, onde se cria um valor que atua como caráter adicional  
73 (Cruz et al.2012).

74 Na seleção com base no índice clássico podemos realizar a seleção entre e dentro de  
75 famílias, a fim de estimar os ganhos com a seleção. Através deste método de seleção,  
76 primeiramente avaliam-se as melhores famílias levando em consideração a média da parcela,

77 para posteriormente selecionar os indivíduos com melhor desempenho dentro das famílias.  
78 Uma crítica ao índice clássico é que indivíduos superiores de famílias com desempenho  
79 intermediário não serão selecionados (Smith 1936, Hazel 1943).

80 A seleção combinada que também usa um índice de seleção (índice combinado) leva  
81 em consideração, simultaneamente, o comportamento dos indivíduos e de sua família, sendo  
82 assim, este permite selecionar indivíduos superiores de famílias de comportamento  
83 intermediário ou indivíduos de desempenho intermediário oriundos de famílias superiores  
84 (Pires et al. 1996).

85 Na escolha do método de seleção em plantas perenes (ciclo longo), é de extrema  
86 importância a precisão na escolha do método, o qual deve apresentar facilidade de análise e  
87 interpretação (Rosado et al. 2009). De acordo com Martins et al. (2005), a seleção combinada  
88 na maioria das vezes mostra-se superior quanto aos ganhos obtidos. No entanto, mesmo que a  
89 seleção combinada teoricamente apresente superioridade, a seleção entre e dentro também  
90 permite ganhos expressivos e devido a sua facilidade de uso, deve ser considerada nos  
91 processos de seleção.

92 Com a presença de variabilidade, é possível prever ganhos genéticos com a seleção  
93 de genótipos superiores tanto dentro quanto entre as espécies. Assim, o objetivo deste  
94 trabalho foi estimar os ganhos preditos com a seleção para caracteres silviculturais em quatro  
95 espécies de eucalipto através da seleção entre e dentro e da seleção combinada.

96

## 97 MATERIAL E MÉTODOS

98

99 O experimento foi implantado em janeiro de 2014, em área pertencente à Universidade  
100 Federal do Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul - MS, localizada na latitude de  
101 18°47'39''S e longitude de 52°37'22''W com altitude de 820 m. O solo no local do

102 experimento é classificado como Latossolo Vermelho distrófico. Segundo a classificação de  
 103 Köppen o clima de Chapadão do Sul é do tipo tropical úmido (Aw), com estação chuvosa nos  
 104 meses de outubro a abril e seca entre os meses de maio a setembro (Castro et al. 2012). A  
 105 precipitação média anual varia entre 750 e 1.800 mm ano<sup>-1</sup> e a temperatura média anual de ±  
 106 22,5°C.

107 No plantio foram utilizados mudas de quatro espécies/procedências de eucalipto  
 108 oriundas de sementes (Tabela 1), em espaçamento 3 x 2 m. O delineamento experimental  
 109 utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por  
 110 quatro linhas com sete árvores cada, sendo que foram avaliadas 20 árvores de cada parcela.

111

Tabela 1. Lista das espécies de eucalipto com suas procedências e níveis de melhoramento. Chapadão do Sul, MS, 2016

Material Genético	Procedência	Nível de melhoramento*
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dhnh	Selvíria - MS	APS-MS (F1)
<i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill. Ex Maiden	Lençóis Paulista - SP	APS-MS (F2)
<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake	Piracicaba - SP	APS-MS (F2)
<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	Telêmaco Borba - PR	PSM (F1)

\*APS: Área de produção de sementes; PSM: Pomar de sementes por mudas; MS: Matrizes selecionadas; Fn: (n =1 a 5): Geração de melhoramento.

112

113 Aos 32 meses de idade foram coletados os seguintes dados silviculturais: altura total  
 114 de plantas (ALT, m), diâmetro à altura do peito (DAP, cm), forma do fuste (FF, notas) e  
 115 volume individual total com casca (VOL, m<sup>3</sup> árvore<sup>-1</sup>). O diâmetro à altura do peito (DAP) foi  
 116 obtido com o auxílio de uma fita métrica medindo-se a circunferência à altura do peito (CAP)  
 117 e posteriormente transformada para DAP:

$$118 \quad DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad \dots(1)$$

119 Para a obtenção da altura total de plantas (ALT), foi utilizado o clinômetro  
 120 eletrônico (modelo – Haglof EC II). Os valores de forma do fuste (FF) foram obtidos de  
 121 forma visual, por intermédio de escala de notas variando de 1 a 5, sendo a nota 1 para um

122 tronco muito tortuoso e 5 para um tronco tendendo a retidão ou reto, tal como descrito por  
123 Kageyama et al. (1979).

124 Para a obtenção do volume individual de madeira ( $m^3$ ) foi empregado o método de  
125 Pressler (método não destrutivo). O método baseia-se na chamada altura ou ponto de Pressler,  
126 altura onde o diâmetro do tronco é igual à metade do diâmetro da base de referência,  
127 normalmente o DAP. Assim, o volume foi estimado por meio da seguinte expressão:

$$128 \quad Yp = \frac{2}{3}g \left( h + \frac{3}{2}m \right), \text{ onde} \quad \dots(2)$$

$$129 \quad g = \frac{\pi(DAP)^2}{4} \quad \dots(3)$$

130 Onde  $Yp$  representa o volume da árvore obtido pela fórmula de Pressler ( $m^3$ );  $g$ : área  
131 basal ( $m^2$ );  $h$ : altura de Pressler, isto é, distância entre a altura do CAP e o ponto em que o  
132 diâmetro é igual à metade do DAP (m);  $m$ : distância entre o nível do solo e o CAP (m).

133 Foi realizada a análise de variância com informação dentro da parcela para obtenção  
134 das estimativas dos componentes de variância das características avaliadas, utilizando-se o  
135 seguinte modelo estatístico (Freitas et al. 2009):

$$136 \quad Y_{ijk} = m + t_i + b_j + \varepsilon_{ij} + \delta_{ijk} \quad \dots(4)$$

137 Em que  $Y_{ijk}$ : performance média do k-ésimo indivíduo, do j-ésimo bloco, da i-ésima  
138 progênie;  $m$ : média geral da variável em análise;  $t_i$ : efeito da i-ésima progênie ( $i = 1, 2, \dots, I$ ),  
139  $g_i \sim \text{NID}(0, \sigma_g^2)$ ;  $b_j$ : efeito do j-ésimo bloco ( $j = 1, 2, \dots, J$ ),  $b_j \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$ ;  $\varepsilon_{ij}$ : efeito da  
140 interação entre a i-ésima progênie do j-ésimo bloco, ou efeito ambiental da ij-ésima parcela,  
141  $g_i \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$ ; e  $\delta_{ijk}$ : efeito do k-ésimo indivíduo dentro da ij-ésima parcela,  $g_i \sim \text{NID}(0,$   
142  $\sigma_d^2)$ .

143 As análises estatísticas foram realizadas com o Programa Computacional Genes (Cruz  
144 2006). O caráter forma de fuste foi transformado por  $\sqrt{(x + 1)}$ .

145 As estimativas dos ganhos com a seleção entre ( $GSe$ ) e dentro ( $GSD$ ) foram obtidos  
146 do seguinte modo (Cruz et al. 2012):

147  $GSe = h_m^2 DS$  ... (5)

148  $GSe(\%) = \frac{100GSe}{\bar{x}_0}$  ... (6)

149  $GSd = h_d^2 DS$  ... (7)

150  $GSd(\%) = \frac{100GSd}{\bar{x}_0}$  ... (8)

151 Onde  $\bar{X}_0$ : média da população original;  $h_m^2$ : herdabilidade média da progênie;  $h_d^2$ :  
 152 herdabilidade dentro de parcela;  $DS$ : diferencial de seleção.

153 A seleção entre e dentro foi realizada com o emprego do índice clássico e, para tanto  
 154 foi considerada as covariâncias genéticas e fenotípicas entre os n caracteres, assim como seus  
 155 pesos econômicos (Cruz et al. 2012):

156  $I = b_1\bar{y}_1 + b_2\bar{y}_2 + \dots + b_n\bar{y}_n = \sum_i b_i\bar{y}_i$  ... (9)

157 Em que  $I$  é o índice calculado para cada família;  $b_i$ : peso do caráter  $i$ ;  $\bar{y}_i$ : valor  
 158 fenotípico para o caráter  $i$ . Os valores de  $b_i$  foram estimados por:

159  $b = P^{-1}Ga$  ... (10)

160 Em que  $b$ : vetor  $n \times 1$  dos valores de  $b_i$ ;  $P^{-1}$ : matriz  $n \times n$  das covariâncias fenotípicas entre  
 161 os caracteres;  $G$ : matriz  $n \times n$  das variâncias e covariâncias genéticas entre os caracteres e  $a$ :  
 162 vetor  $n \times 1$  dos pesos econômicos dos caracteres. Foram utilizados os seguintes pesos  
 163 econômicos para os caracteres:

164 -  $ISH^1$  = Peso único para todos os caracteres (1,0);

165 -  $ISH^2$  = Com base em valores estabelecidos 0,5 (ALT), 1,0 (DAP), 1,0 (FF) e 2,0 (VOL);

166 -  $ISH^3$  = Coeficiente de variação genético (CVge);

167 -  $ISH^4$  = Desvio-padrão genético (DPg);

168 -  $ISH^5$  = Herdabilidade entre as famílias ( $h^2_e$ ).

169 Já para a seleção combinada foi utilizado o seguinte índice (Cruz et al. 2012):

170  $I_{ijk} = c_1(Y_{ijk} - \bar{Y}_{.j.}) + c_2(\bar{Y}_{i..} - \bar{Y}_{...})$  ... (11)

171 Em que  $I_{ijk}$  é o índice estimador do valor genético da k-ésima planta, da i-ésima  
172 família, na j-ésima repetição;  $Y_{ijk}$ : valor fenotípico do indivíduo  $ijk$ ;  $\bar{Y}_{.j}$  : média do bloco  $j$ ;  
173  $\bar{Y}_{i..}$ : média da família  $i$ ;  $\bar{Y}_{...}$ : média geral da população;  $c_1$  e  $c_2$  : pesos obtidos de modo a  
174 maximizar a correlação entre o índice e o verdadeiro valor genético dos indivíduos. Foi  
175 utilizada uma intensidade de seleção de 25% entre as espécies e 10% dentro da parcela.

176

## 177 RESULTADOS E DISCUSSÃO

178

179 Foram detectadas diferenças significativas pelo teste F para a maioria dos caracteres  
180 estudados nas espécies de eucalipto, com exceção da característica altura de planta que não  
181 apresentou diferença significativa entre as diferentes espécies. Este fato é de grande  
182 relevância, pois a presença de variância é indispensável para o progresso genético e permite  
183 subsidiar o progresso genético com a seleção.

184 O ganho genético dentro das espécies foi maior quando comparado ao ganho entre as  
185 espécies para a maioria dos caracteres (Tabela 2). A seleção entre e dentro se sobressaiu em  
186 relação à seleção combinada, discordando de outros trabalhos encontrados na literatura (Pires  
187 1996, Rosado et al. 2009). Essa discordância pode ter sido ocasionada pela seleção entre e  
188 dentro aqui realizada com o índice, ou ainda, devido à seleção combinada se mostrar superior  
189 em situações de baixa herdabilidade (Cedilho et al. 2008), o que não foi o caso da maioria dos  
190 caracteres aqui apresentados.

191 Freitas et al. (2009) ao avaliar o híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*  
192 observaram em seus trabalhos que os métodos de seleção massal, seleção massal estratificada,  
193 seleção entre e dentro de progênie e seleção combinada apresentaram ganhos genéticos muito  
194 próximos. Segundo esses autores, isso pode estar relacionado à alta variabilidade genética e  
195 alta herdabilidade estimada.

196 A superioridade da seleção combinada foi relatada por Rosado et al. (2009), os quais  
 197 ao trabalharem com *Eucalyptus urophylla*, observaram ganhos superiores para a seleção  
 198 combinada em relação à seleção entre e dentro. De acordo com os mesmos, a seleção  
 199 combinada é recomendada quando existe baixa variabilidade genética dentro da população, ao  
 200 contrário do que foi detectado para as variáveis aqui analisadas, pois se observou elevada  
 201 variabilidade dentro das espécies.

202

Tabela 2. Estimativas de ganhos genéticos entre e dentro das famílias, obtidos pela seleção entre e dentro (índice clássico) e pela seleção combinada (índice combinado), para as quatro espécies avaliadas. Chapadão do Sul, MS, 2016

V.	$h^2_e(\%)$	$\bar{X}_0$	Seleção	Índice clássico					Índice combinado
				ISH <sup>1</sup>	ISH <sup>2</sup>	ISH <sup>3</sup>	ISH <sup>4</sup>	ISH <sup>5</sup>	
				GS%					
ALT	57,06	14,15	GSe	16,87	27,18	21,27	17,49	23,70	6,00
			GSd	30,22	11,74	29,47	30,06	29,22	19,64
			GSe + GSd	47,08	56,09	50,74	47,55	52,91	25,64
DAP	97,62	11,07	GSe	-2,52	-4,06	-3,18	-2,62	-3,54	10,66
			GSd	42,44	40,92	41,57	42,26	41,28	22,73
			GSe + GSd	39,92	36,86	38,39	39,64	37,74	33,39
FF	79,72	2,14	GSe	4,86	7,84	6,13	5,04	6,83	2,27
			GSd	12,22	28,91	11,95	12,16	11,85	1,51
			GSe + GSd	17,08	19,58	18,08	17,21	18,69	3,78
VOL	96,23	0,05	GSe	-13,80	-22,22	-17,39	-14,31	-19,37	31,93
			GSd	135,01	130,31	132,34	134,45	131,43	92,26
			GSe + GSd	121,22	108,09	114,95	120,14	112,05	124,19
Total % (GSe + GSd)				225,31	220,61	222,16	224,54	221,39	174,05

V.: variável

SH<sup>12345</sup>: Pesos econômicos para os caracteres: <sup>1</sup>1,0; <sup>2</sup>com base em valores estabelecidos: 0,5 (ALT), 1,0 (DAP), 1,0 (FF) e 2,0 (VOL); <sup>3</sup>CVge; <sup>4</sup>DPg; <sup>5</sup>h<sup>2</sup>

Ganhos com a seleção em porcentagem (GS%); altura de planta (ALT, m), diâmetro à altura do peito (DAP, cm), forma do fuste (FF), e volume de madeira (VOL, m<sup>3</sup> árvore<sup>-1</sup>).

203

204 No presente trabalho, a seleção entre as espécies para todos os pesos econômicos  
 205 (ISH<sup>1</sup>, ISH<sup>2</sup>, ISH<sup>3</sup>, ISH<sup>4</sup> e ISH<sup>5</sup>) apresentaram ganhos positivos para altura de planta e forma  
 206 de fuste (Tabela 2). Na seleção dentro das espécies avaliadas, observaram-se estimativas de  
 207 ganhos positivos para todos os caracteres avaliados. Na seleção entre e dentro não foi

208 observado grandes diferenças nos ganhos obtidos entre os diferentes pesos econômicos e  
209 índices utilizados (Tabela 2).

210 Na comparação dos ganhos totais com os diferentes pesos econômicos estudados  
211 (Tabela 2) verificaram-se ganhos totais positivos tanto pelo índice de seleção entre e dentro  
212 225,31% (ISH<sub>1</sub>), 220,61% (ISH<sub>2</sub>), 222,16 % (ISH<sub>3</sub>), 224,54% (ISH<sub>4</sub>), 221,39% (ISH<sub>5</sub>), quanto  
213 para seleção combinada entre e dentro de famílias (174,05%). Os maiores ganhos individuais  
214 totais foram para os caracteres altura total de planta, diâmetro à altura do peito e volume de  
215 madeira.

216 Considerando que o volume de madeira (m<sup>3</sup> árvore<sup>-1</sup>) é o caráter de maior importância  
217 para a maioria das finalidades do eucalipto, a seleção combinada é preferível em relação a  
218 outro critério de seleção para esta característica, apresentando ganho de 124,19%, em relação  
219 à seleção entre e dentro com 121,22%. Isso se deve ao fato desta modalidade, uso de índices,  
220 maximizar o ganho desse caráter sem, contudo, comprometer o ganho dos demais caracteres.

221 Do mesmo modo, Freitas et al. (2009), ao trabalharem com o híbrido *Eucalyptus*  
222 *grandis* x *Eucalyptus urophylla* obtiveram para a característica volume individual de madeira  
223 ganhos que variaram de 74,76% para seleção entre e dentro, e 100,03% para a seleção  
224 combinada. Esses ganhos foram inferiores aos observados neste experimento, possivelmente  
225 ocasionados pela variabilidade e eficiência na predição dos valores genéticos.

226 Levando-se em consideração os indivíduos selecionados (Tabela 3, 4), na seleção  
227 entre e dentro com base no índice clássico, foram selecionados oito melhores indivíduos  
228 (Tabela 3), os quais resultaram em ganhos preditos que variaram de 220,61 a 225,31%, para  
229 os caracteres avaliados. De modo geral, o peso econômico 1 (ISH<sup>1</sup>) possibilitou maiores  
230 ganhos do que os demais pesos econômicos e a seleção combinada (Tabela 3) e observa-se  
231 que a única planta selecionada diferente dos demais entre os pesos econômicos aplicados, foi  
232 o indivíduo 3 (bloco 3).

Tabela 3. Indivíduos selecionados por meio da seleção entre e dentro (índice clássico).  
Chapadão do Sul, MS, 2016

Blocos	Índice clássico				
	SH <sup>1</sup>	SH <sup>2</sup>	SH <sup>3</sup>	SH <sup>4</sup>	SH <sup>5</sup>
	ALT, DAP, FF, VOL				
B1	19,13	19,13	19,13	19,13	19,13
B2	15,20	15,20	15,20	15,20	15,20
B3	16,3	16,12	16,12	16,12	16,12
B4	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18
Total plantas selec.	8	8	8	8	8

Espécie selecionada: *Eucalyptus grandis*

SH<sup>1,2,3,4,5</sup>: Pesos econômicos para os caracteres: <sup>1</sup>1,0; <sup>2</sup>com base em valores estabelecidos: 0,5 (ALT), 1,0 (DAP), 1,0 (FF) e 2,0 (VOL); <sup>3</sup>CVge; <sup>4</sup>DPg; <sup>5</sup>h<sup>2</sup>

Altura de planta (ALT, m), diâmetro à altura do peito (DAP, cm), forma do fuste (FF), e volume de madeira (VOL, m<sup>3</sup> árvore<sup>-1</sup>).

233

234 Ao utilizar como pesos econômicos o CVge, h<sup>2</sup>e, DP e r (correlação), Paula et al.  
235 (2002), avaliando progênies de *E. camaldulensis*, com 67 meses de idade, relataram que a  
236 seleção entre e dentro com o índice de seleção clássico e com os diferentes pesos econômicos  
237 mostraram poucas alterações quanto aos ganhos obtidos, assim como aqui relatado. Eles  
238 evidenciaram que o CVge foi o que possibilitou a previsão de maiores progressos genéticos  
239 em relação aos demais índices. O fato de o presente trabalho apresentar o ISH<sup>1</sup> e não o CVge  
240 (ISH<sup>3</sup>) melhor, pode ter relação com o pequeno número de tratamentos avaliados.

241 Em se tratando da comparação entre os dois índices, alguns indivíduos foram os  
242 mesmos para ambos os métodos de seleção. Pode-se observar que 50% das plantas  
243 selecionadas pela seleção combinada foram as mesmas selecionadas pela seleção entre e  
244 dentro (Tabelas 3 e 4). Sendo eles: os indivíduos 13, 19 (bloco 1); 3,15, 20 (bloco 2); 3, 12,  
245 16 (bloco 3); 17, 18 (bloco 4). Por fim, é possível notar nas tabelas 3 e 4 que os mesmos  
246 indivíduos superiores selecionados na seleção pelo índice clássico foram selecionados para o  
247 caractere volume na seleção combinada, com exceção do último indivíduo, 9 (bloco 4). Isso  
248 pode acontecer, pois todos os pesos econômicos avaliados na seleção entre e dentro tomaram  
249 como prioridade o caractere volume de madeira.

250

Tabela 4. Indivíduos selecionados por meio da seleção combinada. Chapadão do Sul, MS, 2016

Variáveis	Índice combinado			
	ALT	DAP	FF	VOL
B1	16, 6	13, 2	16, 17	19, 13
B2	15, 5	11, 16	3, 5	15, 20
B3	13, 12	16, 3	1, 6	16, 3
B4	11, 1	17, 18	7, 9	17, 9
Total plantas selec.	32			

Espécie selecionada: *Eucalyptus grandis*

Seleção combinada: nível de seleção de 25% entre e 10% dentro da espécie.

Altura de planta (ALT, m), diâmetro à altura do peito (DAP, cm), forma do fuste (FF), e volume de madeira (VOL, m<sup>3</sup> árvore<sup>-1</sup>).

251

252 Ao observar os ganhos obtidos pelos dois índices, a seleção combinada apresentou  
 253 menores ganhos, o que não está de acordo com dados da literatura. Isso pode ser devido ao  
 254 fato do número restrito de tratamentos, pois a particularidade da seleção combinada é a  
 255 capacidade de incluir um maior número de famílias para a futura recombinação, maximizando  
 256 o ganho esperado (Cedilho et al. 2008). A seleção entre e dentro não individualiza a seleção  
 257 para cada caractere, sendo este uma das desvantagens deste método (Azevedo et al. 2015).

258

## 259 CONCLUSÕES

260

261 Os pesos econômicos aplicados não apresentaram grandes diferenças quanto aos  
 262 ganhos obtidos.

263 A seleção entre e dentro com base no índice se mostrou promissora para os caracteres  
 264 altura de planta, diâmetro a altura do peito, enquanto que a seleção combinada para o  
 265 caractere volume.

266 Ganhos entre 220,61% a 225,31% podem ser obtidos com a seleção com base no  
 267 índice clássico, e ganhos de 174,05% com a seleção realizada pelo índice combinado.

268

## 269 REFERÊNCIAS

270

271 AZEVEDO, L. P. A. et al. Seleção genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* em  
272 área de cerrado matogrossense. *Ciência Rural*, v. 45, n.11, p. 2001-2006, 2015.

273

274 CASTRO, M. A. et al. Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e  
275 floresta nativa no cerrado sul-mato-grossense. *Brazilian Geographical Journal*, v. 3, n. 2, p.  
276 498-512, 2012.

277

278 CEDILHO, D. S. O. et al. Selection among and within and combined selection in oil from  
279 Dura x Dura. *Ciência Rural*, v. 38, n.1, p. 65-71, 2008.

280

281 CRUZ, C. D. *Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística*. UFV,  
282 2006.

283

284 CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao*  
285 *melhoramento genético*. 4. ed. UFV, v. 2, 2012, 514p.

286

287 FONSECA, S. M. et al. *Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto*. UFV,  
288 2010, 200 p.

289

290 FREITAS, R. G. et al. Predição de ganhos genéticos em progênies de polinização aberta de  
291 *Eucalyptus urograndis* cultivadas em diferentes ambientes e submetidas a diferentes  
292 procedimentos de seleção. *Revista Árvore*, v. 33, n. 2, p. 255-263, 2009.

293

294 HAZEL, L. N. The genetic basics for constructing selections indexes. *Genetics*, v. 28, n. 6, p.  
295 476-490, 1943.

296

297 INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. *Ibá*, 2016. (Relatório anual) Disponível em:<  
298 <http://iba.org/pt/>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

299

300 KAGEYAMA, P. Y. et al. *Avaliação de progênies de árvores superiores de Eucalyptus*  
301 *grandis (nota prévia)*. IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais), n. 80, 1979.  
302 (Circular Técnica)

303

304 MARTINS, I. S. et al. Comparação entre os processos de seleção entre e dentro e o de seleção  
305 combinada, em progênies de *Eucalyptus grandis*. *Cernea*, v. 11, n. 1, p. 16-24, 2005.

306

307 PAULA, R. C. et al. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. *Pesquisa*  
308 *Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 2, p.159-165, 2002.

309

310 PIRES, I. E. *Eficiência da seleção combinada no melhoramento genético de Eucalyptus spp.*  
311 1996. 116f. Tese (Doutorado em Genética e melhoramento) - Universidade Federal de  
312 Viçosa, 1996.

313

314 REIS, C. A. F. et al. Estratégias na seleção simultânea de vários caracteres no melhoramento  
315 do *Eucalyptus*. *Ciência Florestal*, v. 25, n. 2, p. 457-467, 2015.

316

317 ROSADO, A. M. et al. Ganhos genéticos preditos por diferentes métodos de seleção em  
318 progênies de *Eucalyptus urophylla*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 12, p. 1653-  
319 1659, 2009.

320  
321 SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. *Annual Eugenics*, v. 7, p. 240-250,  
322 1936.

## **ANEXO I – NORMAS PARA SUBMISSÃO**

### **Revista Agropecuária Tropical (PAT)**

#### **Diretrizes para Autores**

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT) é o periódico científico trimestral editado pela Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, em versão eletrônica (e-ISSN 1983-4063). Destina-se à publicação de Artigos Científicos cuja temática tenha aplicação direta na agricultura tropical. Logo, a vinculação indireta do objeto de estudo com essa temática não é razão suficiente para que uma submissão seja aprovada para seguir no processo editorial deste periódico. Notas Técnicas, Comunicações Científicas e Artigos de Revisão somente são publicados a convite do Conselho Editorial.

A submissão de trabalhos é gratuita e deve ser feita exclusivamente via sistema eletrônico, acessível por meio do endereço [www.agro.ufg.br/pat](http://www.agro.ufg.br/pat) ou [www.revistas.ufg.br/index.php/pat](http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat). Os autores devem manifestar, por meio de documento (ver sugestão de modelo) assinado por todos, escaneado e inserido no sistema como documento suplementar, anuência acerca da submissão e do conhecimento da política editorial e diretrizes para publicação na revista PAT (caso os autores morem em cidades diferentes, mais de um documento suplementar pode ser inserido no sistema, pelo autor correspondente).

A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser encaminhada ao Conselho Editorial (lembre-se de que, às vezes, a seção “Agradecimentos” é mais apropriada que a autoria).

Durante a submissão on-line, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os autores, a originalidade e ineditismo do trabalho (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados), a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do trabalho. Por fim, deve-se incluir os chamados metadados

(informações sobre os autores e sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave – em Português e Inglês) e transferir os arquivos com o manuscrito e documento suplementar (anuência dos autores).

Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um comitê de ética em pesquisa. Experimentos conduzidos em condições de campo devem apresentar dados oriundos de, pelo menos, dois ciclos de produção, ou dois anos de avaliação.

Os trabalhos podem ser escritos em Português ou Inglês, entretanto, serão publicados apenas em Inglês. Logo, em caso de submissão em Português e aprovação para publicação, a versão final do manuscrito deverá ser traduzida por especialista em Língua Inglesa (preferencialmente falante nativo), sendo que a tradução ficará a cargo dos autores, sem qualquer ônus para a revista.

Os manuscritos devem ser apresentados em até 18 páginas, com linhas numeradas. O texto deve ser editado em Word for Windows (tamanho máximo de 2MB, versão.doc) e digitado em página tamanho A-4 (210 mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento duplo entre as linhas. A fonte tipográfica deve ser Times New Roman, corpo 12. O uso de destaques como negrito e sublinhado deve ser evitado. Todas as páginas devem ser numeradas. Os manuscritos submetidos à revista PAT devem, ainda, obedecer às seguintes especificações:

1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: título (máximo de 20 palavras); resumo (máximo de 250 palavras; um bom resumo primeiro apresenta o problema para, depois, apresentar os objetivos do trabalho); palavras-chave (no mínimo, três palavras, e, no máximo, cinco, separadas por ponto-e-vírgula); título em Inglês; abstract; key-words; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos(se necessário, em parágrafo único) e Referências. Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos autores, com suas afiliações e endereços (incluindo e-mail) em notas de rodapé, bem como agradecimentos, somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação definitiva para publicação.

2. As citações devem ser feitas no sistema “autor-data”. Apenas a inicial do sobrenome do autor deve ser maiúscula e a separação entre autor e ano é feita

somente com um espaço em branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo “&” deve ser usado no caso de dois autores e, em casos de três ou mais, “et al.”. Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al. 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do texto, utiliza-se somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo ou preprint) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais; comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou de sites particulares na Internet.

**3.** As referências devem ser organizadas em ordem alfabética, pelos sobrenomes dos autores, de acordo com a norma NBR 6023:2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a seguinte adequação: não é necessária a inclusão da cidade após os títulos de periódicos. Os destaques para títulos devem ser apresentados em itálico e os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

**4.** As tabelas e figuras (dispostas no decorrer do texto) devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e branco, com traços simples e de espessura 0,5 ponto (padrão Word for Windows). As figuras devem ser apresentadas com resolução mínima de 300 dpi.

**5.** A consulta a trabalhos recentemente publicados na revista PAT ([www.agro.ufg.br/pat](http://www.agro.ufg.br/pat) ou [www.revistas.ufg.br/index.php/pat](http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat)) é uma recomendação do corpo de editores, para dirimir dúvidas sobre estas instruções e, conseqüentemente, agilizar a publicação.

**6.** Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

**7.** Endereço e contatos:

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT)  
Escola de Agronomia; Universidade Federal de Goiás  
Caixa Postal 131 Campus II (Samambaia)  
CEP 74.001970  
Goiânia, GO Brasil  
*Email:* gilsonrevistaufg@gmail.com  
Telefone: (62) 35211552  
*Homepage:* <http://www.agro.ufg.br/pat> ou [www.revistas.ufg.br/index.php/pat](http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat)

### **Condições para submissão**

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da Submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito é original e inédito (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso não são considerados inéditos, por tratarem se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados) e não está sendo submetido a publicação em outra revista ou periódico.

2. Os autores manifestam, por intermédio de documento assinado por todos, anuência acerca da submissão, assumindo conhecimento da política editorial adotada na revista PAT (SEM O DOCUMENTO ASSINADO, O ARTIGO NÃO SERÁ AVALIADO).

3. O manuscrito foi preparado em perfeita conformidade com as Diretrizes para Autores, disponíveis na seção "Sobre a Revista", incluindo a remoção de qualquer identificação de autoria.

4. O trabalho não envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, ou, em caso afirmativo, recebeu aprovação de Comitê de Ética em Pesquisa (o parecer do Comitê será imediatamente encaminhado à Secretaria da Revista PAT).

### **Declaração de Direito Autoral**

Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos na revista PAT, pois devem abrir mão de seus direitos autorais em favor deste periódico. Os

conteúdos publicados, contudo, são de inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores, ainda que reservado aos editores o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação. Por outro lado, os autores ficam autorizados a publicar seus artigos, simultaneamente, em repositórios da instituição de sua origem, desde que citada a fonte da publicação original na revista PAT.

### **Política de Privacidade**

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.