

Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento, espessura de casca e densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. BlakeGenetic parameters for growth traits, bark thickness and basic density of wood in progenies of *Eucalyptus urophylla* S.T. BlakeSilvelise Pupin<sup>1</sup>, Darlin Ulises Gonzalez Zaruma<sup>2</sup>, Cidinei Santos de Souza<sup>1</sup>, José Cambuim<sup>1</sup>, Angélica Leonel Coletto<sup>3</sup>, Patrícia Ferreira Alves<sup>4</sup>, Bruno Ettore Pavan<sup>4</sup> e Mario Luiz Teixeira de Moraes<sup>5</sup>**Resumo**

A produção volumétrica tem sido prioridade nos programas de melhoramento florestal. No entanto, é necessário que a qualidade da madeira seja considerada, para que o fornecimento da matéria prima permita aumentar a eficiência e o rendimento industrial. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos, correlações genéticas e ganhos com a seleção para caracteres de crescimento (diâmetro), espessura de casca e densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla*. Para tanto, utilizou-se discos de madeira retirados no DAP e metade da altura comercial, provenientes de árvores desbastadas em um teste de progênies de polinização aberta com 33 genótipos e duas procedências (Rio Claro-SP e Três Lagoas-MS), localizado em Selvíria-MS. Os parâmetros genéticos foram obtidos com base no procedimento REML/BLUP. O melhor desempenho para crescimento foi verificado para Rio Claro. Não foram detectadas diferenças genéticas para densidade da madeira entre as procedências. A procedência de Três Lagoas apresentou coeficiente de variação genética > 14% (diâmetro) e forte controle genético (herdabilidade > 0,6 e acurácia > 78%). Para qualidade da madeira, Rio Claro sobressaiu-se nas estimativas de herdabilidade (> 0,6 – DBM e ECD), alcançando acurácia superior a 79%. Foram encontrados resultados contrastantes para as correlações genéticas entre as duas procedências. Para a obtenção de materiais genéticos com maior densidade da madeira, a seleção para DBM é vantajosa.

**Palavras-chave:** melhoramento florestal, qualidade da madeira, REML/BLUP.

**Abstract**

Volumetric production has been a priority in forest breeding programs. However, it is necessary to consider wood quality for the raw material supply that increases efficiency and yield. Thus, the aim of this study was to estimate genetic parameters, genitic correlations and selection gains for growth traits (diameter), bark thickness and basic density of wood in progênies of *Eucalyptus urophylla*. For this, we used wood discs removed at DHB and half the commercial height, from trees thinned in an open pollination progeny with 33 genotypes and two provenances (Rio Claro-SP and Três Lagoas-MS), located in Selvíria-MS. Estimates of genetic parameters were obtained using the REML/BLUP method. The best performance for growth was found in the Rio Claro provenance. Genetic differences in wood density between the provenances were not detected. The provenance of Três Lagoas showed a coefficient of genetic variation > 14% (diameter) and strong genetic control (heritability > 0.6 and accuracy > 78%). For wood quality, Rio Claro stood out in the estimates of heritability (> 0.6 - DBM and ECD), achieving a higher accuracy of 79%. Contrasting results were found for the genetic correlation between the two sources. For obtaining genetic materials with higher density wood, the selection for DBM is advantageous.

**Keywords:** tree breeding, wood quality, REML/BLUP.

<sup>1</sup>Doutoranda em Agronomia. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / FEIS - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Avenida Brasil, n. 56 - Centro - 15385-000 - Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: [silvelise.pupin@gmail.com](mailto:silvelise.pupin@gmail.com); [cidineiss@bol.com.br](mailto:cidineiss@bol.com.br); [josecambuim@yahoo.com.br](mailto:josecambuim@yahoo.com.br).

<sup>2</sup>Doutorando em Ciências Florestais. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / FCA - Faculdade de Ciências Agronômicas. Rua José Barbosa de Barros, 1.780 - Fazenda Experimental Lageado - 18610-307 - Botucatu, SP, Brasil. E-mail: [dg\\_zoo@hotmail.com](mailto:dg_zoo@hotmail.com)

<sup>3</sup>Bióloga. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / FEIS - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Avenida Brasil, n. 56 - Centro - 15385-000 - Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: [angelicaleonel@hotmail.com](mailto:angelicaleonel@hotmail.com)

<sup>4</sup>Doutor(a) em Agronomia. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / FEIS - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Avenida Brasil, n. 56 - Centro - 15385-000 - Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: [patyferreiraalves@bol.com.br](mailto:patyferreiraalves@bol.com.br); [pavan@agr.feis.unesp.br](mailto:pavan@agr.feis.unesp.br)

<sup>5</sup>Professor Titular do Departamento de Fitotecnia e Tecnologia de Alimentos e Sôcio Econômica. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / FEIS - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Avenida Brasil, n. 56 - Centro - 15385-000 - Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: [teixeira@agr.feis.unesp.br](mailto:teixeira@agr.feis.unesp.br)

## INTRODUÇÃO

As plantações florestais ocupam 7,8 milhões de hectares no Brasil e são as principais fornecedoras de matéria prima para as indústrias do setor florestal. A maior representatividade pertence aos plantios de eucalipto, que cobrem cerca de 5,6 milhões de hectares (71,8%) e atendem à demanda de madeira, principalmente, nas indústrias de celulose e papel, lenha e carvão vegetal (IBÁ, 2016).

O *Eucalyptus urophylla* é uma das espécies mais empregadas na silvicultura brasileira e particularmente importante para as regiões de clima tropical. Entre as características favoráveis, destacam-se: alta taxa de crescimento, adaptação a diversas condições edafoclimáticas, boa capacidade de rebrota, resistência ao déficit hídrico e ao fungo causador da ferrugem (*Puccinia psidii*), a murcha do eucalipto (*Ceratocystis fimbriata*) e aos cancrios do eucalipto (*Chrysoporthe cubensis* e *Coniothyrium zuluense*) (CARVALHO et al., 1998; FIRMINO et al., 2013; PALUDZYSZYN FILHO; SANTOS, 2011; PINTO et al., 2014); além de tolerância a vespa da galha (*Leptocybe invasa*) (THU et al., 2009). Em função disso, tem sido frequentemente utilizada para compor o híbrido com *E. grandis*, resultando em plantações clonais com melhor tolerância a doenças e maior densidade básica da madeira (HODGE; DVORAK, 2015). Em termos de empregabilidade, o *E. urophylla* pode ser utilizado na produção de celulose e papel, lenha e carvão vegetal, além da fabricação de postes, aglomerados e compensados (SELN; MITLÖHNER, 2011).

Embora a seleção para múltiplos caracteres seja praticada, o crescimento e a produtividade são prioridades nos programas de melhoramento florestal (NEALE; KREMER, 2011). Entre os caracteres da madeira, são abordados tópicos relacionados à produtividade de madeira sólida, rendimento de polpação e densidade básica (HEIN et al., 2012; KIEN et al., 2010; STACKPOLE et al., 2010; WEI; BORRALHO, 1997; WENG et al., 2014; WU et al., 2013), sendo que a última foi eleita como uma das propriedades mais importantes na caracterização tecnológica (WU et al., 2011) e fundamental na determinação do poder calorífico, qualidade da polpa celulósica e na definição de aplicações estruturais (KIEN et al., 2009a; LOPES et al., 2011; PEREIRA et al., 2012).

No entanto, para atender adequadamente as exigências do mercado faz-se necessário manter um equilíbrio entre produtividade de madeira sólida e qualidade da matéria prima. Apesar disso, a seleção simultânea pode tornar complexa as estratégias de melhoramento, devido a constatações, como: *i*) a herdabilidade é maior para as propriedades da madeira do que para caracteres de crescimento; *ii*) existem relações pleiotrópicas entre diferentes propriedades da madeira ou ligação próxima entre genes que controlam esses caracteres; *iii*) existe inconsistência quanto a magnitude das correlações genéticas entre propriedades da madeira e crescimento (GION et al., 2011). Acrescido a isso, estudos que contemplam estimativas de parâmetros genéticos, ganhos de seleção e correlações entre caracteres são escassos na literatura (HEIN et al., 2012; WU et al., 2013).

Assim, este estudo teve como objetivos: a) avaliar a variação genética para caracteres de crescimento (diâmetros do fuste), espessura de casca e densidade básica da madeira em progênies de *Eucalyptus urophylla*; b) investigar as correlações genéticas entre os caracteres e; c) estimar ganhos genéticos diretos e indiretos para a seleção.

## MATERIAL E MÉTODOS

### a) Localização e histórico da área de estudo

O material estudado foi composto por árvores desbastadas de um teste de progênies e procedências de *Eucalyptus urophylla* (TPR-EU) de polinização aberta, instalado em 1991, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS/Unesp, localizada no município de Selvíria-MS. Inicialmente, o teste era composto por 33 progênies (26 procedentes de Rio Claro-SP e 7 de Três Lagoas-MS), quatro repetições e seis plantas por parcela, dispostas em um delineamento de blocos completos casualizados, no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m.

Aos 20 anos de idade, o TPR-EU foi submetido à uma seleção com base no maior valor genético aditivo individual predito para diâmetro a altura do peito (DAP) e forma do fuste, visando a formação de um pomar de sementes por mudas (PSM). Foram selecionadas 80 árvores matrizes e as demais desbastadas. Em termos médios, foram abatidos cerca de três indivíduos por progênie em cada repetição ( $2,90 \pm 1,37$ ) nas duas procedências, totalizando o material de 383 árvores derrubadas.

Em cada árvore, foram amostrados dois discos de aproximadamente cinco centímetros de largura, cortado na altura do DAP (1,30 m do solo) - disco maior, e na metade da altura comercial (utilizando um gabarito de 6 cm) - disco menor. A indicação da posição longitudinal para retirada dos discos baseou-se em Sturion et al. (1987), que sugeriram que estimativas para densidade básica média de árvore em *E. urophylla*, poderiam ser obtidas na altura do DAP, e mais precisamente, na metade da altura comercial. Nos discos foram mensurados: *i*) diâmetro cruzado com e sem casca, utilizando uma régua graduada centralizada na região da medula; *ii*) espessura da casca, obtida pela subtração do diâmetro médio do disco com e sem casca; *iii*) densidade básica da madeira do disco maior, do disco menor e média da árvore.

Para a determinação da densidade básica da madeira foi utilizado o método da balança hidrostática e secagem dos discos em estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  até atingirem a massa seca constante, conforme preconizado pelo Forest Products Laboratory (1956) e utilizado por Ferreira (1968):  $DB = \frac{P_s}{P_u - P_i}$ , em que  $P_s$  é a massa seca do disco (g);  $P_u$  é a massa úmida do disco (g); e  $P_i$  é a massa imersa do disco (g); considerando a densidade da água ( $1 \text{ g.cm}^{-3}$ ), obtêm-se o volume do disco em  $\text{cm}^3$  ( $P_u - P_i$ ). A densidade básica média das árvores foi obtida pela média aritmética entre as densidades dos discos:  $DBM = \frac{DB_{\text{DAP}} + DB_{1/2\text{HC}}}{2}$ , em que  $DB_{\text{DAP}}$  é a densidade básica do disco retirado na altura do DAP e  $DB_{1/2\text{HC}}$  é a densidade básica do disco retirado na metade da altura comercial (HC).

Desse modo, as variáveis analisadas foram: caracteres de crescimento - diâmetro médio do disco menor com casca (Ddc) e diâmetro médio do disco menor sem casca (Dds), diâmetro médio do disco maior com casca (DDc) e diâmetro médio do disco maior sem casca (DDs); caractere morfológico - espessura média de casca do disco menor (ECd) e espessura média de casca do disco maior (ECD); caractere tecnológico - densidade básica do disco menor (DBd), densidade básica do disco maior (DBD), e por fim, densidade básica média da árvore (DBM).

## b) Estimativas de parâmetros genéticos e correlações genéticas

Os parâmetros genéticos e estatísticos foram obtidos com a utilização do procedimento REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada), empregando-se o *software* de livre acesso SELEGEN (RESENDE, 2007a).

Para análise individual de cada procedência utilizou-se a metodologia do modelo linear misto (aditivo univariado), aplicado a testes de progênies de polinização aberta (assumindo progênies de meias-irmãs), delineamento em blocos ao acaso, várias plantas por parcela, em um local e uma única população (modelo 93), seguindo o modelo proposto por Resende (2002, 2007b):

$$y = Xr + Za + Wp + e;$$

em que:  $y$  é o vetor de dados;  $r$  é o vetor dos efeitos de repetições (fixo) somados a média geral;  $a$  é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (aleatório);  $p$  é o vetor dos efeitos de parcelas (aleatório) e  $e$  é o vetor de erros (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para referidos efeitos.

Os parâmetros obtidos foram: média geral para cada procedência; coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ); coeficiente de variação genética aditiva individual ( $CV_{gi}$ ); coeficiente de variação genética entre progênies ( $CV_{gp}$ ); herdabilidade individual no sentido restrito ( $h^2_s$ ); herdabilidade da média de progênies ( $h^2_m$ ); acurácia ( $r_{\beta\beta}$ ); coeficiente de variação relativa ( $CV_r$ ); e teste da razão de verossimilhança (LRT).

Após a análise no modelo 93, procedeu-se a utilização do modelo 102 para obtenção das correlações genéticas entre os caracteres, as quais tiveram sua significância avaliada pelo teste  $t$  de Student, de acordo com Ferreira (2009).

Para análise conjunta empregou-se o modelo 5, para várias procedências (duas), um local e progênies consideradas como de meias-irmãs, baseando-se no modelo estatístico (RESENDE, 2007a,b):

$$y = Xr + Za + Wp + Ts + e;$$

em que:  $y$  é o vetor de dados;  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral;  $a$  é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios);  $p$  é o vetor dos efeitos de parcela (assumidos como aleatórios);  $s$  é vetor dos efeitos de procedência

(aleatórios) e  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Os efeitos de procedências e progênies foram obtidos por meio da análise de deviance (LRT), além dos parâmetros: média geral das procedências; coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ); coeficiente de variação genética aditiva individual ( $CV_{gi}$ ); coeficiente de variação genética entre progênies ( $CV_{gp}$ ); herdabilidade individual no sentido restrito ( $h_a^2$ ) e; coeficiente de determinação dos efeitos de procedências ( $\hat{C}_{proc}^2$ ).

### c) Ganhos diretos e indiretos

Após o desbaste, o PSM ficou representado apenas por progênies de Rio Claro. Em função disso, os cálculos de ganhos diretos e indiretos foram praticados nos caracteres que obtiveram herdabilidades significativas (RESENDE, 2007b). As estimativas foram obtidas a partir das expressões propostas por Cruz e Carneiro (2003):

$$GS_y = ip\hat{\sigma}_{gy}h_y \quad e \quad GS_{y(x)} = ipr_g\hat{\sigma}_{gy}h_x$$

em que:  $GS_y$  é o ganho direto do caractere y;  $GS_{y(x)}$ : é o ganho indireto do caractere y selecionando x;  $i$ : intensidade de seleção praticada;  $p$ : controle parental;  $r_g$ : correlação genética entre os caracteres x (auxiliar) e y (principal);  $\hat{\sigma}_{gy}$ : desvio-padrão genotípico do caractere y;  $h_y$  e  $h_x$ : raiz quadrada da herdabilidade (média de progênies) dos caracteres y e x, respectivamente.

Adotou-se como para intensidade de seleção 30%, portanto:  $i = 1,159$  e  $p = 0,5$  para predição dos ganhos de seleção na população, tendo progênies superiores e inferiores na recombinação. Posteriormente efetuou-se os ganhos totais acumulados, considerando como ganhos negativos para EC e positivos para DB como favoráveis para o melhoramento, por meio da somatória dos ganhos em porcentagem para variáveis consideradas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Performance e diferenças entre procedências

A procedência de Rio Claro apresentou desempenho superior em crescimento, indicando que as progênies se adaptaram melhor as condições edafoclimáticas do local e que o crescimento em diâmetro parece estar mais associado ao efeito de procedências do que outros caracteres (Tabela 1).

**Tabela 1.** Estimativas de médias, coeficientes de variação experimental (CVe) e teste da razão de verossimilhança (LRT) para caracteres de crescimento (Ddc, Dds, DDc e DDs), espessura de casca (ECd e ECD) e densidade básica da madeira (DBd, DBD e DBM), entre procedências de *Eucalyptus urophylla*, aos 20 anos de idade, em Selvíria-MS.

**Table 1.** Estimations of means, variation experimental coefficient (CVe) and maximum likelihood test (LRT) for growth traits (Ddc, Dds, DDc and DDs), bark thickness (ECD and ECD) and wood basic density (DBD, DBD and DBM) between provenances of *Eucalyptus urophylla*, at 20 years, in Selvíria-MS.

	Rio Claro - SP		Três Lagoas - MS		Conjunta		
	Média	CVe (%)	Média	CVe (%)	Média	CVe (%)	LRT
Ddc (cm)	16,73	12,78	14,91	11,52	15,87	13,18	5,2*
Dds (cm)	15,93	12,95	14,21	11,82	15,11	13,41	4,87*
DDc (cm)	24,45	13,19	21,57	13,41	23,07	13,71	4,44*
DDs (cm)	23,36	13,30	20,61	13,43	22,03	13,98	4,63*
ECd (cm)	0,79	22,03	0,71	10,42	0,76	20,53	1,06
ECD(cm)	1,09	18,47	0,96	22,62	1,04	19,97	0,34
DBd (g.cm <sup>-3</sup> )	0,688	3,95	0,692	4,30	0,689	4,24	0
DBD (g.cm <sup>-3</sup> )	0,679	5,88	0,674	3,75	0,677	5,37	0
DBM (g.cm <sup>-3</sup> )	0,683	4,23	0,682	3,44	0,683	4,18	0

\* significativo a 5% de significância com 0.5 grau de liberdade (2,71).

A espessura de casca (EC) também foi maior para Rio Claro (1,09 cm), entretanto, essas diferenças não foram significativas entre as procedências. De acordo com Wei e Borralho (1997), quanto maior o diâmetro da árvore mais espessa sua casca. Para ambas as procedências, a espessura de casca foi maior na altura do DAP (ECD), indicando que ela decresce na direção base-topo. Scavanaca Júnior e Garcia (2003) estudando procedências de *E. urophylla* da Ilha de Flores, concluíram que

árvores com casca semelhante foram mais produtivas que árvores de casca totalmente lisa, que por sua vez, foram mais produtivas que árvores com casca totalmente rugosa.

As médias para densidade básica (DB) não diferiram entre as procedências (Tabela 1). Os valores foram ligeiramente superiores para o disco menor (DBd) e a maior diferença foi observada para as progênies de Três Lagoas ( $0,018 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Esses resultados sugerem um comportamento homogêneo da DB ao longo do fuste, indicando que a altura para retirada do disco parece não interferir na amostragem da árvore. Da mesma forma, Lopes et al. (2011) não encontraram variação para DB no sentido longitudinal em *E. dunni*, *E. grandis* e *E. urophylla* aos 18 anos. De acordo com Panshin e De Zeeuw (1980) não existe um padrão definido que explique o comportamento da DB no sentido longitudinal.

A densidade básica média das árvores foi alta ( $0,683 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Ikemori et al. (1986) indicaram que o mais adequado para produção de polpa celulósica é DB entre  $0,48 \text{ g.cm}^{-3}$  a  $0,57 \text{ g.cm}^{-3}$ . Dessa forma, o material poderia atender a demanda de carvão vegetal ( $DB > 0,54 \text{ g.cm}^{-3}$ ), proporcionando maior rendimento e resistência mecânica (SANTOS et al., 2011). Entretanto, as médias para DB devem ser consideradas com cautela. Isso por que a madeira adulta apresenta maior espessamento de parede das fibras, menor diâmetro dos vasos e menor proporção de espaços vazios (parênquima), aumentando a DB com o avanço da idade. Na literatura, poucos trabalhos reportaram DB para o *E. urophylla* em idades avançadas, variando de  $0,423 \text{ g.cm}^{-3}$  (14 anos) a  $0,710 \text{ g.cm}^{-3}$  (18 anos) (DENIS et al., 2013; HEIN et al., 2012; LOPES et al., 2011; SCANAVACA JUNIOR; GARCIA, 2004). Comumente, encontraram-se relatos para materiais entre quatro e dez anos, variando de  $0,404 \text{ g.cm}^{-3}$  a  $0,530 \text{ g.cm}^{-3}$  (KIEN et al., 2008; KIEN et al., 2009a; KIEN et al., 2009b; WU et al., 2013).

As estimativas para o coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ) indicaram que a precisão experimental foi adequada (Tabela 1). Os menores valores foram verificados para DB ( $< 6\%$ ) e os maiores para espessura de casca ( $> 10,42\%$  - ECd), indicando que os caracteres de crescimento e morfológicos foram mais influenciadas pelo ambiente do que a DB. Esses resultados concordam com trabalhos anteriores em *E. urophylla*: Wei e Borralho (1997) para espessura de casca (32% a 38,5%) e DB (7,9%); Hein et al. (2012) para circunferência do tronco (21,2%), altura (17,3%) e DB (7,2%); Denis et al. (2013) para circunferência do tronco (29,3%) e DB (9,6%); e Wu et al. (2013) para diâmetro a altura do peito com casca (34,11%), porcentagem de casca (28,31%) e DB (9,02%).

### Estimativas de variação genética e herdabilidade

Foram obtidas diferenças genéticas significativas entre as 33 progênies para ECD, DBd e DBM, resultados que concordaram com a análise individual de Rio Claro (Tabela 2).

O coeficiente de determinação para os efeitos de procedências ( $C_{proc}^2$ ) foi inferior a 10%, reforçando que as diferenças entre procedências foram mais evidentes do que dentro delas, principalmente para os caracteres de crescimento.

Em termos de diâmetro, as diferenças entre as progênies não foram significativas. Nesse caso, a descontinuidade de amostragem em função do desbaste seletivo pode explicar a falta de detecção de variação genética, uma vez que as árvores foram alocadas em um patamar de inferioridade.

No entanto, apesar de ter verificado para Três Lagoas, coeficientes de variação genética ( $CV_{g_i}$  e  $CV_{g_p}$ ) superior a 7,0% para os caracteres de crescimento, os intervalos para herdabilidade individual no sentido restrito ( $\hat{h}_s^2$ ) não foram significativos. Após o desbaste seletivo, a procedência de Três Lagoas foi eliminada para transformação do TPR-EU em PSM. Em função disso, os parâmetros genéticos dessa procedência deixaram de ser relevantes para estimativas de ganhos genéticos.

Para as progênies de Rio Claro ( $> 27\%$ ) foi detectado variação genética para ECD e possivelmente, essas diferenças conduziram a significância na análise conjunta (Tabela 2). O intervalo para  $\hat{h}_s^2$  foi significativo e de média magnitude ( $0,47 \pm 0,22$ ) e a  $\hat{h}_m^2$  foi considerada alta (0,72), o que resultou em acurácia superior a 80%. Wei e Borralho (1997) encontraram herdabilidade de mesma magnitude, afirmando que houve forte controle genético. Por ser a parte menos valiosa nos processos industriais, quanto menor a espessura de casca, melhor é o valor comercial da árvore. Em função disso, a EC é um caractere importante para o melhoramento que, no entanto, parece estar condicionado ao crescimento em diâmetro do *E. urophylla*. Geralmente, os efeitos aditivos são maiores para caracteres morfológicos do que aqueles relacionados a produtividade e a predição da magnitude desses efeitos são necessários para avaliação do potencial de ganhos genéticos (CORNELIUS, 1994; BOUVET et al., 2008).

**Tabela 2.** Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento (Ddc, Dds, DDc e DDs), espessura de casca (ECd e ECD) e densidade básica da madeira (DBd, DBD e DBM) entre progênies de *Eucalyptus urophylla*, aos 20 anos de idade, em Selvíria-MS.

**Table 2.** Estimation of genetic parameters for growth traits (Ddc, Dds, DDc and DDs), bark thickness (ECd and ECD) and wood basic density (DBd, DBD and DBM) within progenies of *Eucalyptus urophylla*, at 20 years of age, in Selvíria-MS.

Rio Claro - SP								
Caractere	$CV_{gi}$	$CV_{gp}$	$\hat{h}_a^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{C}_{proc}^2$	$r_{aa}$	$CV_r$	LRT
Ddc (cm)	1,91	0,95	0,00±0,02	0,02	-	0,1476	0,07	0,00
Dds (cm)	1,94	0,97	0,00±0,02	0,02	-	0,1483	0,07	0,00
DDc (cm)	3,33	1,66	0,01±0,04	0,06	-	0,2446	0,13	0,00
DDs (cm)	2,70	1,35	0,01±0,03	0,04	-	0,1991	0,10	0,00
ECd (cm)	6,60	3,30	0,02±0,05	0,08	-	0,2870	0,15	0,03
ECD(cm)	29,30	14,65	0,47±0,22	0,72	-	0,8459	0,79	5,98*
DBd (g.cm <sup>-3</sup> )	6,05	3,03	0,38±0,20	0,70	-	0,8374	0,77	6,32*
DBD (g.cm <sup>-3</sup> )	4,88	2,44	0,16±0,13	0,41	-	0,6387	0,41	1,00
DBM (g.cm <sup>-3</sup> )	5,62	2,81	0,33±0,17	0,64	-	0,7986	0,66	4,06*
Três Lagoas - MS								
Ddc (cm)	14,35	7,18	0,25±0,32	0,61	-	0,7800	0,62	0,75
Dds (cm)	16,08	8,04	0,29±0,34	0,65	-	0,8058	0,68	0,99
DDc (cm)	18,67	9,33	0,33±0,37	0,66	-	0,8120	0,70	0,88
DDs (cm)	18,52	9,26	0,32±0,36	0,65	-	0,8097	0,69	0,85
ECd (cm)	9,36	4,68	0,13±0,23	0,45	-	0,6682	0,45	0,29
ECD(cm)	3,18	1,59	0,01±0,05	0,02	-	0,1395	0,07	0,01
DBd (g.cm <sup>-3</sup> )	0,40	0,20	0,00±0,02	0,01	-	0,0913	0,05	0,00
DBD (g.cm <sup>-3</sup> )	4,98	2,49	0,28±0,33	0,64	-	0,7988	0,66	1,14
DBM (g.cm <sup>-3</sup> )	0,44	0,22	0,00±0,03	0,02	-	0,1265	0,06	0,00
Conjunta								
Ddc (cm)	2,56	1,28	0,01±0,03	-	0,0711	-	-	0,00
Dds (cm)	2,72	1,36	0,01±0,03	-	0,0672	-	-	0,00
DDc (cm)	7,30	3,65	0,05±0,07	-	0,0733	-	-	0,17
DDs (cm)	5,84	2,92	0,03±0,05	-	0,0722	-	-	0,05
ECd (cm)	7,98	3,99	0,03±0,05	-	0,0767	-	-	0,05
ECD(cm)	27,27	13,63	0,40±0,18	-	0,0200	-	-	5,52*
DBd (g.cm <sup>-3</sup> )	4,58	2,29	0,21±0,13	-	0,0001	-	-	2,81*
DBD (g.cm <sup>-3</sup> )	4,76	2,38	0,17±0,12	-	0,0001	-	-	1,52
DBM (g.cm <sup>-3</sup> )	4,56	2,28	0,23±0,14	-	0,0001	-	-	2,90*

$CV_{gi}$ : variação genética aditiva individual;  $CV_{gp}$ : variação genética entre progênies;  $\hat{h}_a^2$ : herdabilidade individual no sentido restrito;  $\hat{h}_m^2$ : herdabilidade da média de progênies;  $\hat{C}_{proc}^2$ : coeficiente de determinação dos efeitos de procedências;  $r_{aa}$ : acurácia;  $CV_r$ : coeficiente de variação relativa; LRT: teste da razão de verossimilhança para efeitos de progênies; \* significativo a 5% de significância com 0,5 grau de liberdade (2,71).

Embora  $CV_{gi}$  e  $CV_{gp}$  tenham sido baixo para DB (< 10%), foram encontrados intervalos significativos para  $\hat{h}_a^2$  e LRT, indicando a existência de variação genética entre as progênies de Rio Claro (Tabela 2). As herdabilidades foram moderadas a nível de indivíduos ( $\hat{h}_a^2 > 0,33$ ) e alta para média de progênies ( $\hat{h}_m^2 > 0,64$ ), permitindo a seleção de famílias com acurácia superior a 79%, fato particularmente importante para as famílias remanescentes no PSM, devido a possibilidade para capitalização de ganhos genéticos.

Na literatura, encontram-se com frequência relatos de herdabilidades para DB superior aos caracteres de crescimento (APIOLAZA et al., 2005; KIEN et al. 2009a; STACKPOLE et al., 2010; HEIN et al., 2012; DENIS et al., 2013). Além disso, de acordo com Zobel e Talbert (1984), a DB é um caractere ideal para ser manipulado geneticamente, devido à grande variação entre árvores, alta herdabilidade e baixa interação genótipo × ambiente.

### Correlações genéticas entre caracteres

As correlações genéticas entre os caracteres de crescimento foram significativas e de alta magnitude para as duas procedências (> 0,93), indicando que a seleção para qualquer diâmetro implicará em resposta positiva no outro (Tabela 3). No entanto, por ser de fácil e rápida mensuração, o DDc é preferível para avaliação em campo e predição das estimativas de seleção. Esses resultados concor-

dam com os estudos de Hein et al., 2012; Kien et al., 2009b; Wei e Borralho, 1997; Wu et al., 2013, em *E. urophylla*; Apiolaza et al., 2005, em *E. globulus*; Kien et al., 2010, em *E. camaldulensis*; Cappa et al., 2010, em *E. viminalis*; Wu et al., 2011, em clones de híbridos interespecíficos; e, Weng et al., 2014, em híbridos entre *E. urophylla* × *E. tereticornis*.

**Tabela 3.** Correlações genéticas para caracteres avaliados nas procedências de Rio Claro (diagonal inferior) e Três Lagoas (diagonal superior) entre caracteres de crescimento (Ddc, Dds, DDC e DDS), espessura de casca (ECD e ECd) e densidade da madeira (DBd, DBD e DBM), em *Eucalyptus urophylla*, aos 20 anos de idade em Selvíria-MS.

**Table 3.** Genetic correlations in Rio Claro (diagonal below) and Três Lagoas (diagonal above) between growth traits (Ddc, Dds, DDC and DDS), bark thickness (ECD and ECd) and wood density (DBD, DBD and DBM) in *Eucalyptus urophylla* progenies to 20 years of age Selvíria-MS.

	Ddc	Dds	DDc	DDS	ECd	ECD	DBd	DBD	DBM
Ddc	-	0,99**	0,99**	0,99**	-0,24*	0,87**	-0,31**	0,23*	-0,06 <sup>ns</sup>
Dds	0,99**	-	0,99**	0,99**	-0,27*	0,88**	-0,33**	0,23*	-0,07 <sup>ns</sup>
DDc	0,94**	0,93**	-	0,99**	-0,25*	0,91**	-0,32**	0,16 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>
DDS	0,94**	0,93**	0,99**	-	-0,26*	0,90**	-0,33**	0,15 <sup>ns</sup>	-0,14 <sup>ns</sup>
ECd	0,41**	0,33**	0,41**	0,39**	-	-0,16 <sup>ns</sup>	0,61**	0,11 <sup>ns</sup>	0,30**
ECD	0,58**	0,56**	0,64**	0,58**	0,45**	-	-0,15 <sup>ns</sup>	0,26*	-0,01 <sup>ns</sup>
DBd	0,09 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,27**	0,26**	0,29**	0,23**	-	0,12 <sup>ns</sup>	0,62**
DBD	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,16*	0,16*	0,06 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,72**	-	0,82**
DBM	0,04 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,23**	0,23**	0,19**	0,20**	0,92**	0,93**	-

<sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo a 5%; \*\* significativo a 1%.

Para os caracteres de crescimento e DB, os resultados foram discordantes. Para procedência de Três Lagoas, o crescimento em diâmetro pareceu estar condicionado a menor DBd, devido as correlações negativas e significativas (Tabela 3). Já para Rio Claro, o diâmetro do disco menor não influenciou as DB dos discos. Por outro lado, o disco maior mostrou associações fracas, positivas e significativas (maior para DBd). Dessa forma, a seleção nas progênies de Rio Claro com base na DBd ( $> \hat{h}_m^2$ ) pode promover a capitalização de ganhos genéticos indiretos e moderados em diâmetro ao nível do DAP (DDc e DDS), já que não foram encontrados variação genética e herdabilidade condizentes com a prática de seleção nesses caracteres diretamente. Isso permite que sejam estabelecidas estratégias de seleção nas progênies remanescentes no PSM.

As correlações entre as EC dos discos apresentaram comportamentos distintos para Rio Claro (0,45) e Três Lagoas (-0,16), sugerindo que a proporção de casca ao longo do fuste não era a mesma nas procedências (Tabela 3). Reforçando esse resultado, as correlações entre os caracteres de crescimento, ECD e ECd foram significativas para Rio Claro ( $> 0,33$ ), concordando com a afirmação de Wei e Borralho (1997), que atrelaram maior diâmetro de fuste a maior espessura de casca. Contrariando isso, as associações foram negativas e significativas para Três Lagoas ( $< -0,24$ ), sugerindo que diâmetros maiores resultavam em ECd menor, indicando que prevaleciam árvores do tipo meia casca, já que as associações foram positivas e significativas para ECD. Dutkowski e Potts (1999) afirmaram que por ser um caractere adaptativo, a espessura de casca foi altamente correlacionado com a temperatura. Para esses autores, a avaliação da variação genética mostrou que existem diferenças entre os locais de amostragem das populações, o que poderia explicar as diferenças observadas para as correlações em Rio Claro e Três Lagoas, resultante da origem das árvores matrizes onde as sementes foram coletadas para formação do TPR-EU.

Correlações positivas entre EC e DB foram reportadas anteriormente em *E. urophylla* (WEI; BORRALHO, 1997; WU et al., 2013). Para Rio Claro, as associações foram fracas, mas significativas para DBd e DBM, sugerindo que, a espessura da casca de discos retirados na metade da altura comercial pode ser um indicativo de árvores mais densas. Além disso, existem menores possibilidades de diminuir a EC e aumentar a DB simultaneamente (Tabela 3). Dutkowski e Potts (1999) mencionaram que a baixa correlação entre EC e penetração do Pilodyn em *E. globulus* ssp. *globulus*, possivelmente era devido a origem comum da madeira e da casca a partir do câmbio, e, portanto, esse poderia ser um efeito pleiotrópico.

Em termos de DB, as associações entre DBM, DBd e DBD foram positivas e significativas ( $> 0,60$ ), indicando que a altura para retirada do disco não influenciou a densidade média da árvore. No entanto, a DBD demonstrou maior grau de associação ( $> 0,80$ ) e por isso, preferível para

amostragem. Apesar disso, a herdabilidade associada aos caracteres não deve ser negligenciada nos processos seletivos ( $DBD > 0,41$ ). Entre DBD e DBd, os resultados foram contraditórios: Rio Claro (0,72) e Três Lagoas (0,12), sugerindo que o comportamento da DB ao longo do fuste foi diferente entre as procedências.

### Seleção direta e indireta

Os ganhos diretos foram maiores para ECD (14,38%) e DBd (2,93%) (Tabela 4). Apesar de não ser vantajoso a seleção de materiais com casca espessa, a seleção de ECD promoveu a obtenção de maior ganho indireto em DBd (3,28%).

**Tabela 4.** Ganhos diretos e indiretos em (%), para espessura de casca do disco maior (ECD), densidade básica do disco menor (DBd), densidade básica do disco maior (DBD) e densidade básica média da árvore (DBM), em progênies de *Eucalyptus urophylla*, aos 20 anos de idade, em Selvíria-MS.

**Table 4.** Direct and indirect gains in (%) for bark thickness of the larger disk (ECD), basic density of the smallest disk (DBd), basic density of the larger disk (DBD) and average basic density of the tree (DBM), in progenies of *Eucalyptus urophylla*, at 20 years old, in Selvíria-MS.

	ECD (%)	DBd (%)	DBD (%)	DBM (%)
ECD (%)	14,38	3,28	1,39	2,65
DBd (%)	0,69	2,93	1,61	2,58
DBD (%)	0,31	1,70	1,81	2,11
DBM (%)	0,54	2,51	1,94	2,61
Acumulado (%)	1,34	7,14	5,37	7,30

Para incrementar a densidade básica da madeira, o mais adequado seria realizar a seleção em DBd ou DBM (maiores  $\hat{h}_m^2$ ). No entanto, a seleção pareceu ser mais apropriada se aplicada sobre DBM, uma vez que maior ganho indireto sobre DBD seria obtido (1,94%) e menor em ECD (0,54%). Além disso, os ganhos acumulados foram maiores (7,30%), reforçando sua indicação para priorizar a DBM nos processos envolvendo estratégias de seleção.

### CONCLUSÕES

Existe variação genética para espessura de casca e densidade básica das árvores;

A descontinuidade de amostragem devido ao desbaste seletivo deve interferir na detecção da variação genética para os diâmetros;

As correlações genéticas entre os caracteres de crescimento, espessura de casca e densidade básica da madeira são discordantes para as procedências;

A altura para amostragem de discos no sentido longitudinal parece não interferir na densidade básica média da árvore, embora o maior grau de associação seja entre a densidade da madeira na altura do DAP e a densidade média da árvore;

A seleção parece adequada se for realizada para densidade média da árvore na procedência de Rio Claro e permite a inferência de ganhos genéticos sobre as progênies remanescentes no PSM.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APIOLAZA, L. A.; RAYMOND, C. A.; YEO, B. J. Genetic variational and chemical wood properties of *Eucalyptus globulus*. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v. 54, n. 4-5, p. 160-166, 2005.

BOUVET, J-M.; SAYA, A.; VIGNERON, P. Trends in additive, dominance and environmental effects with age for growth traits in *Eucalyptus* hybrid populations. *Euphytica*, Heidelberg, v. 165, n. 1, p. 35-54, 2008.

CAPPA, E. P.; PATHAUER, P. S.; LOPEZ, G. A. Provenance variation and genetic parameters of *Eucalyptus viminalis* in Argentina. *Tree Genetics & Genomes*, Heidelberg, v. 6, n. 6, p. 981-994, 2010.

CARVALHO, A. O.; ALFENAS, A. C.; MAFFIA, L. A.; CARMO, M. G. F. Resistência de espécies, progênies e procedências de *Eucalyptus* à ferrugem, causada por *Puccinia psidii* Winter. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n. 2, p.139-147, 1998.



- CORNELIUS, J. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest tree. **Canadian Journal Forestry Research**, Ottawa, v.24, n. 2, p.372-379, 1994.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. v. 2, 585 p.
- DENIS, M.; FAVREAU, B.; UENO, S.; CAMUS-KULANDAIVELU, L.; CHAIX, G.; GION, J-M.; NOURRISIER-MOUNTOU, S.; POLIDORI, J.; BOUVET, J-M. Genetic variation of wood chemical traits and association with underlying genes in *Eucalyptus urophylla*. **Tree Genetics & Genomes**, Heidelberg, v. 9, n. 4, p. 927-942, 2013.
- DUTKOWSKI, G. W.; POTTS, B. M. Geographic patters of genetic variation in *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* and a revised racial classification. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 47, n. 2, p. 237-263, 1999.
- FERREIRA, D. F. **Estatística Básica**. Lavras: Editora UFLA, 2009. 664 p.
- FERREIRA, M. **Estudo da variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus saligna* Smith**. 1968. 72 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/ Recursos Florestais e Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.
- FIRMINO, A. C.; TOZZE JUNIOR, H. J.; SOUZA, I. C. G.; FURTADO, E. L. Resistencia de genótipos de eucalipto a *Ceratocystis* spp. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 165-173, 2013.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Methods of determining the specific gravity of wood**. Madison: University of Florida, 1956. 6 p. (Technical note number B-14)
- GION, J; M.; CAROUCHÉ, A.; DEWEER, S.; BEDON, F.; PICHAVANT, F.; CHARPENTIER, J-P.; BAILLÈRES, H.; ROZENBERG, P.; CAROCHA, V.; OGNOUABI, N.; VERHAEGEN, D.; GRIMA-PETTENATI, J.; VIGNERON, P.; PLOMION, C. Comprehensive genetic dissection of wood properties in a widely-grown tropical tree: *Eucalyptus*. **BMC Genomics**, Londres, v. 12, n. 311, p. 1-19, 2011.
- HEIN, P. R. G.; BOUVET, J; M.; MANDROU, E.; VIGNERON, P.; CLAIR, B.; CHAIX, G. Age trends of microfibril angle inheritance and their genetic and environmental correlations with growth, density and chemical properties in *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake wood. **Annals of Forest Science**, Paris, v. 69, n. 6, p. 681-691, 2012.
- HODGE, G. R.; DVORAK, W. S. Provenance variation and within- provenance genetic parameters in *Eucalyptus urophylla* across 125 test sites in Brazil, Colombia, Mexico, South Africa and Venezuela. **Tree Genetics & Genomes**, Heidelberg, v. 11, n. 3, p. 1-18, 2015.
- IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2016 ano base 2015**. 100 p. 2016. 100 p.
- IKEMORI, Y. K., MARTINS, F. C. G.; ZOBEL, B. J.: The impact of accelerated breeding on wood properties. In: IUFRO WORLD CONFERENCE DIVISION. 18., Ljubljana, Yugoslavia. Proceedings... Ljubljana: IUFRO, 1986. p.358-368.
- KIEN, N. D.; JANSSON, G.; HARWOOD, C.; ALMQVIST, C. Clonal variation and genotype by environment interactions in growth and wood density in *Eucalyptus camaldulensis* at three contrasting sites in Vietnam. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 59, n. 1, p. 17-28, 2010.
- KIEN, N. D.; QUANG, T. H.; JANSSON, G.; HARWOOD, C.; CLAPHAM, D.; ARNOLD, S. Cellulose content as a selection trait in breeding for kraft pulp yield in *Eucalyptus urophylla*. **Annals of Forest Science**, Paris, v. 66, n. 7, p. 711p1-711p8, 2009a.
- KIEN, N. D.; JANSSON, G.; HARWOOD, C.; THINH, H. H. Genetic control of growth and form in *Eucalyptus urophylla* in Northern Vietnam. **Journal of Tropical Forest Science**, Kuala Lumpur, v. 21, n. 1, p. 50-65, 2009b.

KIEN, N. D.; JANSSON, G.; HARWOOD, C.; ALMQVIST, C.; THINH, H. H. genetic variation in wood basic density and pilodyn penetration and their relationships with growth, stem straightness, and branch size for *Eucalyptus urophylla* in Northern Vietnam. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Heidelberg, v. 38, n. 1, p. 160-175, 2008.

KIEN, N. D.; JANSSON, G.; HARWOOD, C.; ALMQVIST, C.; THINH, H. H. genetic variation in wood basic density and pilodyn penetration and their relationships with growth, stem straightness, and branch size for *Eucalyptus urophylla* in Northern Vietnam. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Heidelberg, v. 38, n. 1, p. 160-175, 2008.

LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. S.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 315-322, 2011.

NEALE, D. B.; KREMER, A. Forest tree genomics: growing resources and applications. **Nature Reviews Genetics**, Londres, v. 12, n. 2, p. 111-122, 2011.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. **Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas., 2011. 64 p. (Séries Documentos. 214).

PANSHIN, A.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4 ed. New York: MCGraw Hill, 1980. 722 p.

PEREIRA, B. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; CARNEIRO, A. C. O.; SANTOS, L. C.; VITAL, B. R. Quality of wood and charcoal from *Eucalyptus* clones for ironmaster use. **International Journal of Forestry Research**, Nova York, v. 2012, p.1-8, 2012.

PINTO, D. S.; RESENDE, R. T.; MESQUITA, A. G. G.; ROSADO, A. M.; CRUZ, C. D. Seleção precoce para características de crescimento em testes clonais de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 251-257, 2014.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa - Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. **Software SELEGEN – REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007a, 359 p.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimento e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007b. 362 p.

SANTOS, R. C.; CARNEIRO, A. C. O.; CASTRO, A. F. M.; CASTRO, R. V. O.; BIANCHE, J. J.; SOUZA, M. M.; CARDOSO, M. T. Correlações entre os parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p.221-230, 2011.

SCANAVACA JÚNIOR, L.; GARCIA, J. N. Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p.120-129, 2004.

SCANAVACA JÚNIOR, L.; GARCIA, J. N. Potencial de melhoramento genético em *Eucalyptus urophylla* procedente da Ilha de Flores. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p.23-32, 2003.

SELN, C. C.; MITLÖHNER, R. *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake: ecology and silviculture in Vietnam. Bogor: CIFOR, 2011. 26 p.

STACKPOLE, D. J.; VAILLANCOURT, R. E.; AGUIGAR, M.; POTTS, B. M. Age trends in genetic parameters for growth and wood density in *Eucalyptus globulus*. **Tree Genetics & genomes**, Heidelberg, v. 6, n. 2, p. 179-193, 2010.

STURION, J. A.; PEREIRA, J. C. D.; ALBINO, J. C.; MORITA, M. Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* plantadas em Uberaba, MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 14, p. 28-38, 1987.

THU, P. Q.; DELL, B.; BURGESS, T. I. Susceptibility of 18 eucalypt species to the gall wasp *Leptocybe invasa* in the nursery and Young plantations in Vietnam. **ScienciaAsia**, Bangkok, v. 35, p.113-117, 2009.

WEI, X.; BORRALHO, N. M. G. Genetic control of wood basic density and bark thickness and their relationships with growth traits of *Eucalyptus urophylla* in south east China. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 46, n. 4, p. 245-250, 1997.

WENG, Q.; HE, X.; LI, F.; LI, M.; YU, X.; SHI, J.; GAN, S. Hybridizing ability and heterosis between *Eucalyptus urophylla* and *E. tereticornis* for growth and wood density over two environments. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 63, n. 1-2, p. 15-24, 2014.

WU, S.; XU, J.; LI, G.; LU, Z.; HAN, C.; HU, Y.; HU, X. Genetic variation and genetic gain in growth traits, stem-branch characteristics and wood properties and their relationships to *Eucalyptus urophylla* clones. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 62, n. 4-5, p. 218-231, 2013.

WU, S.; XU, J.; LI, G.; RISTO, V.; DU, Z.; LU, Z.; LI, B.; WANG, W. Genotypic variation in wood properties and growth traits of *Eucalyptus* hybrid clones in southern China. **New Forests**, Heidelberg, v. 42, p. 35-50, 2011.

ZOBEL, B. J.; TALBERT, J. **Applied forest: tree improvement**. NewYork: John Wiley, 1984. 505 p.

Recebido em 12/01/2016

Aceito para publicação em 31/03/2017

