

Estimativa de parâmetros genéticos das tensões de crescimento em clones de *Eucalyptus*

Estimate of the genetic parameters of growth stresses in *Eucalyptus* clones

Franciane Andrade de Pádua
Paulo Fernando Trugilho
Sebastião Carlos da Silva Rosado
José Tarcísio Lima
Antonio Américo Cardoso Júnior
Adalberto Caldas Oliveira

RESUMO: Os objetivos do presente estudo foram: avaliar a magnitude das tensões de crescimento medidas pela deformação residual longitudinal (DRL) em clones de *Eucalyptus* em três testes clonais cultivados em três idades; estimar a DRL média da população de clones de *Eucalyptus*; estimar os parâmetros genéticos para cada teste clonal; e selecionar clones potenciais para a redução dos níveis de DRL. Para isso foram utilizados 46 clones aos 104 meses, 40 clones aos 92 meses e 52 clones aos 49 meses, cultivados no noroeste do estado de Minas Gerais. As análises de variância indicaram variação significativa entre os clones nas três áreas de teste clonal. A DRL média da população clonal foi de 0,076 mm. As áreas avaliadas apresentaram valores médios para a DRL de 0,074mm, 0,083mm e 0,069mm respectivamente para as áreas 3, 2 e 1. Os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo foram altos para as três áreas testadas, indicando que a DRL está sob forte controle genético.

PALAVRAS-CHAVE: Tensões de crescimento, Parâmetros genéticos, Clones de *Eucalyptus*

ABSTRACT: The objectives of the present work was: evaluating the magnitude of growth stresses measured by longitudinal residual strain (DRL) in clones of *Eucalyptus* in three clonal tests; estimating the average DRL among *Eucalyptus* clones; estimating the genetic parameters for each clonal test; and selecting clones with the lowest levels of DRL. For this, 46 clones at 104 months, 40 at 92 months and 52 at 49 months of ages, planted in Northwest Minas Gerais State in Brazil were used. The results indicated statistically significant variation among clones in all tests areas. The average DRL of the clonal population was 0,076 mm. Individual areas presented average DRLs of 0,074mm (area 3), 0,083mm (area 2) and 0.069mm (area 1). The results are in accordance with those found in the literature for *Eucalyptus*. The coefficients of broad-sense heritability were high for clones cultivated all areas, indicating that the DRL is under strong genetic control.

KEYWORDS: Growth stresses, Genetics parameters, Clones of *Eucalyptus*

INTRODUÇÃO

A utilização da madeira de eucalipto como matéria-prima para o suprimento do mercado de madeira serrada é uma realidade em países como África do Sul e Argentina. No Brasil, algumas indústrias vêm adotando, com sucesso, a madeira sólida de eucalipto na indústria de transformação.

Uma das grandes dificuldades para a utilização do eucalipto no mercado de madeira serrada é o aparecimento de defeitos como as rachaduras e empenamentos, causados em grande parte pelas tensões de crescimento. Essas tensões constituem um mecanismo desenvolvido pelas árvores para que permaneçam eretas e são liberadas por ocasião do seu abate (Van Wyk, 1978).

É possível afirmar que as tensões de crescimento são as principais responsáveis pelos baixos rendimentos no processamento do eucalipto em função da redução das dimensões das peças. Essas restrições ao uso desse material são mais proeminentes em florestas jovens do que em adultas, como consequência de diversos fatores intrínsecos à madeira, como a proporção de lenho juvenil no tronco (Nicholson, 1973).

Pesquisas envolvendo a idade do material são essenciais, pois a seleção de genótipos, com características desejáveis, analisada em idade precoce pode prever com êxito ganhos genéticos e econômicos no programa de melhoramento desde que o caráter seja herdável e que haja correlação entre as idades adulta e precoce.

Dentro desse contexto, os objetivos do presente estudo foram: avaliar a magnitude das tensões de crescimento, medidas indiretamente pela deformação residual longitudinal (DRL) em clones de *Eucalyptus* provenientes de três testes clonais; estimar a DRL média da população de clones de *Eucalyptus* em cultivo no noroeste do estado de Minas Gerais; estimar os parâmetros genéticos em cada teste clonal avaliado; selecionar clones com as menores tensões de crescimento; e verificar o efeito da idade nos níveis de DRL nos testes clonais de *Eucalyptus*.

MATERIAL E MÉTODO

Material biológico

No presente estudo foram avaliados 138 clones de híbridos naturais do gênero *Eucalyptus*, em três áreas de teste clonal (ATC) em três idades distintas, no município de Paracatu, noroeste do estado de Minas Gerais. Os híbridos possuem como um dos genitores o *Eucalyptus urophylla*, o *Eucalyptus camaldulensis*, o *Eucalyptus tereticornis* ou o *Eucalyptus grandis*. A avaliação dos materiais foi realizada segundo a Tabela 1.

Tabela 1

Clones de híbridos de *Eucalyptus* amostrados para a avaliação das tensões de crescimento (Sampling hybrid of *Eucalyptus* clones to evaluate of growth stresses)

ATC	Idade (meses)	Número de clones
ATC 1	104	46
ATC 2	92	40
ATC 3	49	52

Os clones foram cultivados em espaçamento 10 x 4 m, em sistema agrosilvipastoril em que, no primeiro ano foi plantado arroz, no segundo ano, soja e, do terceiro ano em diante, foi plantada pastagem para gado de corte.

Local de experimentação

Os experimentos foram instalados na Fazenda Riacho, localizada no município de Paracatu, noroeste do estado de Minas Gerais. A latitude é de aproximadamente 17°36'09 "S e a longitude de 46°42'42" O de Greenwich, com altitude de 550 m.

O clima é do tipo Aw, tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso, segundo a classificação de Köppen. Apresenta temperatura média anual de 24°C e precipitação média anual de 1450 mm.

Amostragem

A deformação residual longitudinal (DRL) foi medida em toda a população clonal nas três áreas estudadas. A DRL foi determinada nas árvores vivas, em três indivíduos por clone, a 1,30 m de altura do solo, conforme sugerido por Souza (2002). Os indivíduos foram previamente selecionados fenotipicamente como os de fuste mais retilíneo, de boas condições fitossanitárias e procurou-se evitar a escolha de árvores localizadas na bordadura dos experimentos. A eleição dos fustes mais retilíneos está relacionada à formação de madeira de tração. Troncos mais tortuosos apresentam maiores proporções desse lenho e, consequentemente, maiores tensões de crescimento.

Para a determinação da DRL, nas áreas de teste clonal 1 e 2, retirou-se totalmente a casca nas árvores a 1,30 m de altura do solo, para a formação do painel de medição. Entretanto, na área de teste clonal 3 foram abertas pequenas janelas quadradas, uma vez que não se pretendia eliminar essas árvores.

A DRL foi medida em quatro pontos ao redor do tronco, seguindo as orientações norte, sul, leste e oeste, com o objetivo de padronizar as medições. Os estudos de Muneri et al. (2000; 1999) sugerem a medição da DRL em pelo menos quatro posições ao redor do tronco, dependendo do seu diâmetro. Em função do pequeno diâmetro apresentado pelas árvores na ATC 3, foram feitas apenas três medições ao redor do tronco, uma no norte e mais duas em pontos equidistantes.

O extensômetro (medidor de deformações de crescimento), modelo Cirad - Forêt, foi fixado no tronco das árvores na direção da grã e a leitura da DRL foi registrada diretamente no visor digital (Figura 1).

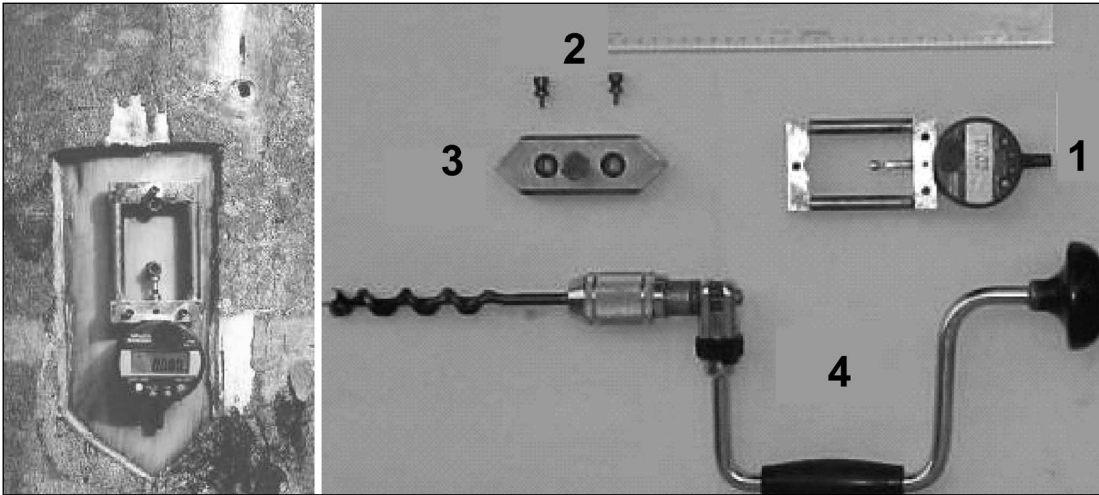


Figura 1

Detalhes dos instrumentos usados para a medição da deformação residual longitudinal (DRL), em que 1: extensômetro; 2: pinos de fixação (45 mm de distância); 3: gabarito para a fixação dos pinos no tronco; 4: arco de pua com broca de 20 mm.

(Details of the instruments used for measurement of the longitudinal residual strain (DRL) where 1: strain gauge; 2: pins (distanced 45 mm); 3: jig for setting of the pins in trees; 4: drill bit, 20 mm diameter)

As medições da DRL foram realizadas na ausência de ventos, uma vez que com o movimento da árvore as forças de sustentação oscilam dentro do tronco, alterando o valor registrado no aparelho.

A DRL foi medida em 801 árvores nos três testes clonais avaliados. Esse número de medições só foi possível com a utilização do extensômetro, o qual permitiu uma medição rápida, simples e precisa de aproximadamente sete árvores por hora, com apenas três pessoas envolvidas na medição.

Análise estatística

As análises de variância foram efetuadas, individualmente para cada uma das três áreas de teste clonal. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (Tabela 2) com números de repetições variando de 3 a 12, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + C_i + \varepsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : observação do i -ésimo clone, na repetição j ;

μ : média geral;

C_i : efeito aleatório do i -ésimo clone ($i = 1, 2, \dots, n$);

ε_{ij} : erro experimental associado à observação Y_{ij} .

Tabela 2

Estrutura da análise de variância aplicada aos níveis de DRL nas áreas de teste clonal avaliadas. (Analysis of variance structure applied to the DRL levels in the evaluated areas of clonal test)

Fonte de variação	GL	E(Q.M.)
Clone	(c-1)	$\sigma_e^2 + r\sigma_c^2$
Erro	(c-1)r	σ_e^2

Varição da DRL nas áreas de teste clonal

A variação entre as áreas, para o caráter avaliado, foi estimada através do coeficiente de variação experimental em cada uma das áreas de teste clonal.

A comparação entre as médias dos clones foi realizada individualmente para cada área testada pelo teste de agrupamento de Scott - Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Estimativa de parâmetros genéticos

Pela esperança dos quadrados médios das análises de variância, foi possível estimar os parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais, de acordo com Cruz (1997), listados a seguir:

a) Variância fenotípica média

$$\hat{\sigma}_f^2 = \frac{Q_1}{r}$$

b) Variância ambiental média

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_2$$

c) Variância genotípica entre clones

$$\hat{\sigma}_c^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{r}$$

d) Herdabilidade clonal

$$h_c^2 (\%) = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{\hat{\sigma}_f^2} \cdot 100$$

e) Coeficiente de variação genética

$$CV_c \% = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_c^2}}{\text{média}} \cdot 100$$

f) Coeficiente de variação fenotípica

$$CV_f \% = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_f^2}}{\text{média}} \cdot 100$$

g) Coeficiente de variação experimental

$$CV_e \% = \frac{\sqrt{Q_2}}{\text{média}} \cdot 100$$

h) Índice de variação

$$I_v = \text{Razão } CV_c / CV_e$$

De posse dos valores do coeficiente de herdabilidade e variância genética foi possível estimar os ganhos diretos esperados com a seleção de clones superiores para os níveis de DRL, a partir da equação descrita por Cruz, (1997):

i) Ganho esperado com a seleção

$$GD (\%) = i \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_c^2} \cdot \sqrt{h_c^2} \cdot 100$$

em que:

i: índice de seleção;

$\hat{\sigma}_c^2$: genotípica;

h_c^2 : herdabilidade clonal

Os ganhos foram previstos com a seleção de cinco clones superiores nas áreas de teste clonal 1 e 3 e quatro clones superiores na área de teste clonal 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância e estimativa de parâmetros genéticos

Os clones posicionados nos últimos grupos e que apresentaram baixas DRLs e consequentemente menores tensões de crescimento foram

20, 39, 36, 2 e 19 (ATC 3); 4, 8 e 31 (ATC 2); 29, 12, 28, 19 e 21 (ATC 1). Estes, provavelmente, serão materiais promissores para o uso em operações de desdobro em serraria (Tabela 3). Esse resultado indica que a seleção conduzida nos clones destes grupos pode resultar em maiores ganhos genéticos e econômicos, favorecendo, assim, a produção de madeira serrada de qualidade superior.

Os valores médios das deformações residuais longitudinais (Tabela 4) obtidos para as áreas de teste clonal avaliadas, foram de 0,074mm, 0,083mm e 0,069mm, respectivamente para a ATC 3, 2 e 1. A DRL média da população de clones de *Eucalyptus* avaliada foi de 0,076mm.

A média da DRL para os materiais selecionados foi de 0,049 mm. Este resultado foi inferior ao valor médio encontrado neste estudo e aos demais valores encontrados na literatura. Lima et al. (2004), encontraram um valor médio para a DRL de 0,071 mm, em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* de diferentes idades. Souza (2002) encontrou, aos seis anos de idade em clones de híbridos naturais de *Eucalyptus*, um valor médio para a DRL de 0,090mm. Muneri et al. (2000), em suas análises com *Eucalyptus cloeziana* aos quatro anos de idade encontrou uma média de 0,077 mm, semelhante ao encontrado no presente trabalho aos 49 meses. Muneri et al. (1999) observaram uma DRL média, para *Eucalyptus cloeziana*, aos 10 anos de idade um valor médio para DRL de 0,071 mm. O mesmo valor foi encontrado por Baillères et al. (1995) em clones de híbridos de *Eucalyptus alba* e *Eucalyptus grandis*, *E. alba* e *E. urophylla*, *E. tereticornis* e *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. grandis*, *E. saligna* e *E. grandis* e *E. urophylla* e *E. grandis*.

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram coerência com os resultados encontrados na literatura, mesmo avaliando materiais genéticos, procedências e idades diferentes. O efeito de clone foi significativo em nível de 5% de probabilidade, em todos os três testes clonais, indicando a existência de diferença da DRL entre os materiais avaliados (Tabela 4). Souza (2002) avaliando a DRL em clones de híbridos naturais de *Eucalyptus* e Lima et al. (2004) em árvores de híbridos naturais de *Eucalyptus grandis* e híbridos de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, também encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os clones avaliados para os níveis de DRL. Já Muneri et al. (2000), em seus estudos com *Eucalyptus cloeziana* aos quatro anos de idade, não encontrou diferença significativa nos níveis de DRL entre procedências, porém, sim dentro de procedência.

Tabela 3

Médias da DRL comparando os materiais através do teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de significância para a área de teste clonal 3, 2 e 1.

(DRL averages, comparing the materials through 5% Scott-Knott for the areas of clonal tests 3, 2 and 1)

ATC 3							
Árvore	DRL	Árvore	DRL	Árvore	DRL	Árvore	DRL
34	0,131 A	44	0,082 B	38	0,073 C	40	0,064 C
17	0,119 A	12	0,082 B	10	0,073 C	8	0,064 C
1	0,115 A	14	0,082 B	26	0,073 C	42	0,063 C
9	0,097 B	46	0,082 B	32	0,072 C	37	0,061 D
22	0,092 B	31	0,081 B	43	0,072 C	21	0,059 D
6	0,091 B	52	0,080 B	50	0,072 C	51	0,058 D
16	0,090 B	24	0,080 B	15	0,071 C	47	0,057 D
3	0,089 B	11	0,078 B	25	0,070 C	35	0,056 D
48	0,087 B	49	0,077 C	33	0,070 C	19	0,054 D
29	0,086 B	27	0,075 C	41	0,069 C	2	0,052 D
7	0,085 B	28	0,074 C	23	0,068 C	36	0,048 D
18	0,083 B	13	0,074 C	30	0,067 C	39	0,048 D
45	0,082 B	4	0,074 C	5	0,065 C	20	0,043 D

ATC2							
Árvore	DRL	Árvore	DRL	Árvore	DRL	Árvore	DRL
38	0,145 A	17	0,081 D	40	0,091 D	29	0,068 E
6	0,120 B	35	0,081 D	30	0,088 D	28	0,067 E
27	0,118 B	26	0,080 D	25	0,088 D	2	0,067 E
7	0,117 B	13	0,076 D	37	0,088 D	16	0,065 E
18	0,115 B	20	0,075 D	32	0,086 D	3	0,065 E
23	0,115 B	11	0,073 E	10	0,084 D	12	0,065 E
9	0,114 B	24	0,073 E	21	0,083 D	19	0,062 E
14	0,101 C	39	0,070 E	1	0,083 D	31	0,057 F
5	0,100 C	33	0,069 E	15	0,082 D	8	0,056 F
36	0,097 C	34	0,069 E	22	0,082 D	4	0,045 F

ATC 1							
Árvore	DRL	Árvore	DRL	Árvore	DRL	Árvore	DRL
4	0,135 A	27	0,067 C	35	0,077 C	10	0,058 C
8	0,117 A	34	0,067 C	16	0,074 C	37	0,057 C
18	0,109 A	7	0,066 C	33	0,073 C	15	0,057 C
30	0,099 B	32	0,065 C	38	0,073 C	39	0,054 C
24	0,091 B	17	0,065 C	41	0,072 C	44	0,053 C
25	0,090 B	13	0,064 C	43	0,071 C	20	0,052 C
11	0,088 B	36	0,064 C	46	0,070 C	21	0,050 C
5	0,082 C	22	0,062 C	45	0,070 C	19	0,050 C
3	0,082 C	9	0,061 C	42	0,069 C	28	0,042 C
31	0,079 C	1	0,059 C	14	0,068 C	12	0,041 C
26	0,079 C	6	0,058 C	2	0,068 C	29	0,036 C
23	0,079 C	40	0,058 C				

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de agrupamento de Scott Knott em nível de 5% de significância.

Tabela 4

Resumo da análise de variância dos dados de DRL para as áreas de teste clonal avaliadas
Summary of the variance analysis of the DRL data for evaluated clonal test areas

	ATC 3		ATC 2		ATC 1	
Fv	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Clone	51	0,002191*	39	0,001425*	45	0,001834*
Erro	365	0,000167	87	0,000085	208	0,000266
Média		0,074mm		0,083mm		0,069mm
Cv_e (%)		17,30		11,10		23,48
σ_f^2		0,000273		0,000449		0,000332
σ_e^2		0,000021		0,000027		0,000048
σ_c^2		0,000253		0,000422		0,000284
h_c^2 (%)		92,38		94,03		85,48
CV_c (%)		21,29		24,75		24,25
CV_f (%)		6,19		6,26		10,04
CV_c/Cv_e		1,2305		2,2286		1,0328
Ganho mm		0,027		0,034		0,027
Ganho (%)		36,05		41,52		38,19
I		1,773961		1,74999		1,72011

*Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F. σ_c^2 : variância genotípica; σ_f^2 : variância fenotípica; σ_e^2 : variância ambiental; h_c^2 : herdabilidade clonal; Cv_e : coeficiente de variação experimental CV_c : coeficientes de variação genética e CV_f coeficientes de variação fenotípica; CV_c/Cv_e : índice de variação; i: intensidade de seleção considerando a seleção de cinco clones superiores nas ATC 1 e 3 e quatro clones superiores na ATC 2.

Os índices de variação (CV_c/Cv_e) observados foram de 1, 23, 2,22 e 1,03 para as áreas 3, 2 e 1, respectivamente. De acordo com Vencovsky (1978), esta relação é um importante indicador das possibilidades de sucesso, na obtenção de ganhos genéticos através de seleção mostrando que a situação é favorável quando os valores são maiores que 1,0. Este resultado indica a possibilidade de se obter de ganhos genéticos em DRL com a seleção, principalmente na ATC 2 que apresentou a maior relação CV_c/Cv_e .

As estimativas dos componentes de variância nas populações são importantes, uma vez que permitem conhecer o controle genético do caráter e o potencial para seleção. A partir dos resultados (Tabela 4) foi estimada a herdabilidade no sentido amplo da DRL. Essa estimativa permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção, uma vez que reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada (Ramalho et al. 2000).

Os resultados revelam que a DRL está sob forte controle genético. A herdabilidade clonal foi estimada em 92,38%, 94,03% e 85,48% para as áreas de teste clonal 3, 2 e 1, respectivamente. Souza (2002) também encontrou um alto coeficiente de herdabilidade (94,3%) para a DRL. Essa estimativa é semelhante à encontrada na ATC 2, uma vez que os materiais objetos do estudo são

provenientes do mesmo local, porém com idades distintas.

As predições de ganhos genéticos foram da ordem de 36,05%, 41,52% e 38,19%, respectivamente, para as áreas de teste clonal 3, 2 e 1. Esses ganhos representam as porcentagens na redução da DRL em relação à média da população. Assim, a média da população melhorada será a média original mais o ganho esperado com a seleção de clones superiores.

Classificação dos clones em função dos níveis de DRL

Como o efeito de clone foi significativo, utilizou-se o teste de agrupamento de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade, para a classificação dos materiais nas três áreas de teste clonal avaliadas (Tabela 5).

Tendo em vista que o material estudado foi proveniente de propagação vegetativa e que foi um dos objetivos do trabalho a obtenção da informação da superioridade dos clones, admitiu-se que, neste caso, o efeito de clone passou a ser fixo. Portanto, o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott foi feito com o objetivo de identificar aqueles clones que apresentaram o melhor desempenho em relação aos níveis de DRL para a utilização comercial.

Poucos clones foram classificados na classe de menor nível de DRL, exceto para ATC 1, onde 85% dos clones avaliados se posicionaram nessa classe. Este fato se deve ao maior coeficiente de variação experimental apresentado por esse teste clonal.

Os materiais que se posicionaram nas últimas classes, com baixos níveis de DRL, provavelmente serão promissores para uso em operações de desdobro em serraria. Ferreira (2003), avaliando o comportamento de 11 clones das três áreas de teste clonal, frente a operações de desdobro, verificou que os materiais 280, 36, 299, os quais correspondem aos clones 8 (ATC 2), 19 (ATC 1) e 33 (ATC 2), apresentaram os mais baixos índices de rachamento de tábuas. Tais materiais genéticos, no presente estudo, apresentaram níveis de DRL de 0,056 mm, 0,050 mm e 0,069 mm, respectivamente. Esse resultado indica a forte relação entre os baixos níveis de DRL e índice de rachamento de tábuas. Ferreira (2003) também concluiu que, na avaliação geral, o clone 44/94 se destaca pelo maior rendimento em madeira serrada e menor índice de rachamento. Este material correspondente ao clone 31 (ATC 2), que apresentou uma DRL de 0,056mm, confirmando a relação entre as

rachaduras de tábuas e os níveis de DRL.

Esses resultados demonstraram que a DRL é uma característica importante do ponto de vista da seleção de madeira para a utilização como produto sólido. Assim, a seleção de clones com os menores níveis de DRL mostrou-se apropriada para garantir o suprimento futuro de madeira de qualidade para esta finalidade.

Efeito da idade nos níveis de DRL

O efeito da idade sobre as tensões de crescimento na madeira é controverso na literatura. Segundo Rech e Silva (2001), as tensões internas têm maior intensidade nas árvores mais jovens, diminuindo consideravelmente com o seu amadurecimento. Em contraste, Trugilho et al. (2003), avaliando *Eucalyptus dunnii* nas idades de 8, 13, 15 e 19 anos, encontrou uma tendência de aumento linear da DRL com o aumento da idade. Contudo, Jacobs (1945), avaliando *Eucalyptus gigantea*, não encontrou relação entre tensão de crescimento periférica e idade da árvore. Essas constatações distintas, quanto ao nível de tensão de crescimento com a idade, se devem às situações distintas de proporções de lenho juvenil no tronco.

Tabela 5

Clones classificados com base nos níveis de DRL, para ATC 3.
(Sorted clones by DRL levels, for ATC 3, 2 and 1)

ATC 3			
Classe	Freqüência	Clones	Intervalo de ocorrência
A	3	34; 17; 1	0,115 - 0,131
B	18	9; 22; 6; 16; 3; 48; 29; 7; 18; 45; 44; 12; 14; 46; 31; 52; 24; 11	0,078 - 0,097
C	21	49; 27; 28; 13; 4; 38; 10; 26; 32; 43; 50; 15; 25; 33; 41; 23; 30; 5; 40; 8; 42	0,063 - 0,077
D	10	37; 21; 51; 47; 35; 19; 2; 36; 39; 20	0,043 - 0,061
ATC 2			
Classe	Freqüência	Clones	Intervalo de ocorrência
A	1	38	0,145
B	6	6; 27; 7; 18; 23; 9	0,114 - 0,120
C	3	14; 5; 36	0,096 - 0,101
D	15	40; 30; 25; 37; 32; 10; 21; 1; 15; 22; 17; 35; 26; 13; 20	0,075 - 0,091
E	12	11; 24; 39; 33; 34; 29; 28; 2; 16; 3; 12; 19	0,062 - 0,072
F	3	8; 4; 31	0,044 - 0,056
ATC 1			
Classe	Freqüência	Clones	Intervalo de ocorrência
A	3	4; 8; 18	0,109 - 0,135
B	4	30; 24; 25; 11	0,087 - 0,098
C	39	5; 3; 31; 26; 23; 35; 16; 33; 38; 41; 43; 46; 45; 42; 14; 2; 27; 34; 7; 32; 17; 13; 36; 22; 9; 1; 6; 40; 10; 37; 15; 39; 44; 20; 21; 19; 28; 12; 29	0,036 - 0,082

Aparentemente, não existe um padrão de variação definido dos níveis de DRL em função da idade (Figura 2). Dos 49 para os 92 meses de idade, a DRL aumentou com a idade da árvore; por outro lado, dos 92 aos 104 meses houve um decréscimo dos valores médios da DRL com o aumento da idade.

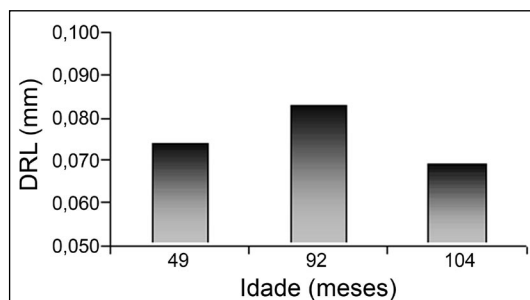


Figura 2
Distribuição da deformação residual longitudinal (DRL) em função da idade.
(Distribution of the longitudinal residual strain (DRL) of age)

Esse resultado pode residir, em parte, no fato de que as áreas estudadas são compostas por materiais genéticos diferentes e isto sugere que o fator clone pode estar mascarando, de alguma forma, o efeito da idade.

CONCLUSÕES

» Os clones de *Eucalyptus* apresentam variações significativas nos valores de DRL nas áreas testadas, indicando o potencial desses materiais em programas de melhoramento genético;

» A população de clones apresentou um valor médio de 0,076mm e as áreas de teste clonal apresentaram valores médios de 0,074, 0,083 e 0,069mm, para a DRL respectivamente para ATC 3, ATC 2 e ATC 1;

» Os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo foram altos para as três áreas testadas, indicando que o caráter DRL está sob forte controle genético;

» Os ganhos diretos previstos com a seleção de clones superiores para a redução dos níveis de DRL foram da ordem de 36,05% (ATC 3), 41,52% (ATC 2) e 38,19% (ATC 1);

» Os clones que se destacaram por apresentar os menores níveis de DRL foram 20, 36, 39, 2 e 19 (ATC 3), 4, 8, 31 e 19 (ATC 2) e 29, 12, 28, 19 e 21 (ATC 1);

» Não foi detectada tendência de variação bem definida dos níveis de DRL com a idade da árvore.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

FRANCIANE ANDRADE DE PÁDUA - Rua Deputado Castejon Branco, 110 - Bairro Jardim Fabiana - Lavras, MG - 37200-000 – E-mail: franpadua@zipmail.com.br

PAULO FERNANDO TRUGILHO é Professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras - Campus Universitário - Caixa Postal 3037 - Lavras, MG - 37200-000 – E-mail: trugilho@ufla.br

SEBASTIÃO CARLOS DA SILVA ROSADO é Professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras - Campus Universitário - Caixa Postal 3037 - Lavras, MG - 37200-000 – E-mail: scrosado@ufla.br

JOSÉ TARCÍSIO LIMA é Professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras - Campus Universitário - Caixa Postal 3037 - Lavras, MG - 37200-000 – E-mail: jtlima@ufla.br

ANTÔNIO AMÉRICO CARDOSO JUNIOR – Rua Júlia de Oliveira Fráguas, 137 - Jardim América - Lavras, MG - 37200-000 – E-mail: acardoso@ufla.br

ADALBERTO CALDAS DE OLIVEIRA - Rua Nicolau Cherem, 88 – Centro - Lavras, MG - 37200-000 – E-mail: betocaldas@zipmail.com.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILLÈRES, H.; CHANSON, B.; FOURNIER, M.; TOLLIER, M.T.; MONTIES, B. Structure, composition chimique et retraits de maturation du bois chez les clones d'*Eucalyptus*. *Annales des science forestière*, v.52, p.157-172, 1995.

CRUZ, C.D. **Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 1997. 442p.

FERREIRA, S. **Produção e qualidade da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* spp.** Lavras, 2003. 71p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras,

JACOBS, M.R. **The growth stresses of wood stems**. Canberra: Commonwealth Forestry Bureau, 1945. 67p. (Technical report, 28)

LIMA, J.T.; TRUGILHO, P.F.; ROSADO, S.C.S.; CRUZ, C.R. Deformações residuais longitudinais decorrentes de tensões de crescimento em eucaliptos e suas associações com outras propriedades. *Revista árvore*, v.28, n.1, p.107-116, 2004.

- MUNERI, A.; KNIGHT, J.; LEGATE, W.; PALMER, G. Relationships between surface longitudinal growth strain and tree size, wood properties and timber distortion of 4 years old plantation grown *Eucalyptus cloeziana*. In: IUFRO CONFERENCE - THE FUTURE EUCALYPTS FOR WOOD PRODUCTS, Launceston, Australia, 2000. **Proceedings...** Launceston: IUFRO, 2000. p.292-300
- MUNERI, A.; KNIGHT, J.; LEGATE, W.; PALMER, G. Relationships between surface longitudinal growth strain and tree size, wood properties and timber distortion of 4 years old plantation grown *Eucalyptus cloeziana*. **South African forestry journal**, n.186, p.41-49, 1999.
- NICHOLSON, J.E. Growth stresses differences in *Eucalyptus*. **Forest science**, v.19, n.3, p.169-174, 1973.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. **Genética na agropecuária**. 2.ed. Lavras: UFLA/FA-EPE, 2000. 359p.
- RECH, C.; SILVA, J.C. Características intrínsecas da madeira. **Revista da madeira**, n. especial, p.60-65, 2001.
- SOUZA, M.A.M. Deformação residual longitudinal (DRL) causada pelas tensões de crescimento em clones de híbridos de *Eucalyptus*. **Lavras**, 2002. 72p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras
- TRUGILHO, P.F.; IWAKIRI, S.; ROCHA, M.P.R.; MATOS, J.L.M. Tensão de crescimento em árvores de *Eucalyptus dunnii*: 1- efeito da idade. In: 8º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8, São Paulo, 2003. **Anais...** São Paulo: SBEF/SBS, 2003. p.1-7.
- VAN WYK, J.L. Hardwood sawmilling can have a bright future in South Africa. **South African forestry journal**, n.107, p.47-53, 1978.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., coord. **Melhoramento de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p.122-199