**ESTIMATIVAS DE PARÁMETROS GENÉTICOS PARA LA SELECCIÓN DE
CLONES DE *EUCALYPTUS* EN LA REGIÓN DE BOTUCATU, SP¹**

**PREDICTION OF GENETIC PARAMETERS FOR SELECTION OF
CLONES OF *EUCALYPTUS* IN BOTUCATU, SP**

Cristiano Bueno de MORAES²; Evandro Vagner TAMBARUSSI^{3,8}; Fernanda Maria ABÍLIO⁴;
Ana Beatriz Marques HONÓRIO²; Suzanny Héllen Viana LEAL²; Edwin Camacho PALOMINO⁵;
Edmar Vinícius de CARVALHO²; Léo ZIMBACK⁶; Edson Seizo MORI⁷

RESUMEN – Este trabajo trata del estudio de estimativas de parámetros genéticos cuantitativos en un ensayo clonal para la selección precoz de clones superiores de eucalipto e posterior plantío comercial. De esta forma, el objetivo de este estudio fue estimar la variabilidad genética y determinar las correlaciones genéticas entre edades de selección en un ensayo clonal en el municipio de Botucatu, SP. El experimento fue instalado en un diseño de bloques completos al azar, siendo 23 clones (21 tratamientos y 2 testigos), repetidas 4 veces. Las parcelas fueron formadas por 25 plantas con distanciamiento de 3,0 x 2,0 m. Las características silviculturales como altura de planta, diámetro a la altura del pecho – DAP y volumen de madera fueron evaluadas a los 24, 36, 48 e 60 meses después del plantío. El análisis de los parámetros genéticos fue realizado con el programa estadístico GENES. Diferencias significativas fueron observadas para todos los caracteres en el análisis. Correlaciones altas y significativas fueron observadas entre los caracteres, indicando que la selección precoz puede proporcionar ganancias genéticas de hasta 34%. Los clones 18, 20 e 22 presentaron las mayores estimativas para volumen de madeira, demostrando potencial para ser aprovechado en los programas de mejoramiento genético y en plantíos comerciales, proporcionando buenos niveles de productividad para la región de Botucatu, SP.

Palabras claves: mejoramiento forestal; correlación; selección juvenil.

ABSTRACT – This work deals with the study of estimates of quantitative genetic parameters in a clonal assay for the early selection of superior clones of *Eucalyptus* and subsequent commercial planting. Thus, the aim of this study was to estimate the genetic variability and to determine the genetic correlations between the ages of clonal selection in a trial in the city of Botucatu, SP. The experiment was installed in a completely randomized design blocks (4) and 23 clones (21 treatment and 2 controls). The plots were formed by 25 plants with spacing of 3 x 2 m. Silvicultural traits as plant height, diameter at breast height – DBH and timber volume were evaluated at 24, 36, 48 and 60 months after planting. The analysis of genetic parameters was carried out with the statistical program GENES. Significant differences were observed for all traits in the analysis. High and significant correlations were observed between the traits, indicating that early selection can provide genetic gains up to 34%. Clones 18, 20 and 22 had the highest volume estimates for wood, showing potential to be exploited in breeding programs and commercial plantations, providing good levels of productivity for the region of Botucatu, SP.

Keywords: tree improvement; correlation; early selection.

¹Recebido para análise em 27.06.15. Aceito para publicação em 30.11.15.

²Universidade Federal de Tocantins – UFT, Rua Padejós, L7 Chácara 69/72, Zona Rural, Caixa Postal 66, 77402-970 Gurupi, TO, Brasil.

³Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Engenharia Florestal, PR 153 Km 7 – Riozinho, 84500-000 Irati, PR, Brasil.

⁴Eucatex S.A., Rua Ribeirão Preto, 811/909, Jardim Marília, 13323-010 Salto, SP, Brasil.

⁵Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Rua Vera Paz, s/n, Salé, 68035-110 Santarém, PA, Brasil.

⁶Instituto Florestal, Rua do Horto 931, 02377-000 São Paulo, SP, Brasil.

⁷Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu – FCA/UNESP, Fazenda Experimental Lageado, Rua José Barbosa de Barros, 1780, 18610-307 Botucatu, SP, Brasil.

⁸Autor para correspondência: Evandro Vagner Tambarussi – tambarussi@gmail.com

1 INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético vegetal es una de las ciencias en que el mejorador se vale de la variabilidad genética natural de las poblaciones y de técnicas de selección massal o individual para formar la base del programa de mejoramiento de plantas (Zobel y Talbert, 1984).

A lo largo de 40 años de mejoramiento forestal de especies exóticas, en Brasil, se perfeccionaron procedimientos de selección de árboles e también se desarrollaron nuevas tecnologías para mejor viabilizar el avance de los programas de mejoramiento, por ejemplo, para el género *Eucalyptus*, proporcionando expresivas ganancias de productividad en volumen de madera comparativamente a otros países (Fonseca et al., 2010).

Hoy en día, Brasil se encuentra entre los mayores productores de madera de eucalipto del mundo, siendo de $41,0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ la media nacional de productividad con potencial para alcanzar $70 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, debido a las condiciones edafoclimáticas favorables (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF, 2012).

Para mantener y aumentar la producción actual de madera, una herramienta importante que los mejoradores pueden utilizar es la técnica de la selección artificial de material genético superior con alta producción y adaptados a diversas condiciones ambientales del país, posibilitando direccionar los principales caracteres silviculturales de interés económico, por ejemplo, volumen de madera, forma del tronco, calidad de la madera y resistencia a plagas y enfermedades (Allard, 1971; Rosado et al., 2009; Madhibha et al., 2013; Miranda et al., 2013).

De esta forma, para disminuir el tiempo de selección de individuos con estos requisitos previos, la estimativa de parámetros genéticos, principalmente la correlación genética en diferentes edades, es de grande importancia en los programas de mejoramiento (Vencovsky y Barriga, 1992; Pinto et al., 2014; Moraes et al., 2014a).

En el proceso de selección precoz, los caracteres evaluados en edades jóvenes, anteriores a la de rotación, son usados como predictores en la edad final de la rotación de la cultura, anticipando las ganancias genéticas en el tiempo (Weng et al., 2007; Zimback et al., 2011; Moraes et al., 2014b).

Así, el objetivo de la investigación fue estimar la variabilidad genética y determinar las correlaciones genéticas entre edades de selección en un ensayo clonal en la ciudad de Botucatu, SP.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

En el año 2010, un ensayo clonal de *Eucalyptus* fue instalado en la Hacienda Santa Fé, de la Empresa Eucatex, localizada en el municipio de Botucatu, Estado de São Paulo. Las mudas clonales utilizadas en el experimento fueron producidas en el vivero de pesquisa de la empresa, localizado en la ciudad de Bofete/SP, siendo cinco clones de *E. dunnii*, cinco clones de *E. saligna*, cinco clones del híbrido de *E. grandis* x *E. camaldulensis*, seis clones de *E. urophylla* y dos testigos.

El ensayo fue instalado en un inceptisole, textura arenosa, con cobertura vegetal originaria de forestas. El clima predominante en el local es el Cfa, según la clasificación de Köppen, caracterizado como clima temperado caliente (mesotermal) húmedo, siendo la precipitación pluviométrica anual media de 1.509 mm y la temperatura media del mes más caliente superior a 22,0 °C. Las coordenadas geográficas son: latitud 22°50'59.16"S, longitud 48°19'21.89"O, a una altitud de 800 metros.

El delineamiento utilizado fue el de bloques al acaso con 23 clones (21 tratamientos y dos testigos), 25 plantas/parcela (formato de cuadrado) y cuatro repeticiones. El espaciamiento entre plantas fue de 3 x 2 m y borda dupla en el entorno del ensayo.

Fueron evaluadas las siguientes variables de crecimiento: 1. altura total de planta (ALT, en metros), 2. diámetro a la altura del pecho (DAP, en centímetros) y 3. volumen de madera (VOL, en m^3) en las edades de 24, 36, 48 y 60 meses.

Para el cálculo del volumen de madera, la expresión matemática usada fue:

$$VOL(m^3) = \frac{[0,027196645 * (DAP^{1,752458725}) * (ALT^{1,2647048686})]}{100}$$

En que:

VOL: volumen del árbol en metros cúbicos;

DAP: diámetro a la altura del pecho (1,30 m del suelo) en centímetros y

ALT: altura del árbol en metros.

Los análisis estadísticos, estimativas de los parámetros genéticos y correlaciones fenotípica/genotípica fueron realizados por el programa computacional GENES (Cruz, 2006). Estimativas del

coeficiente de variación genético ($CV_g = \frac{\sqrt{\sigma_c^2}}{\bar{x}} \cdot 100$)

donde σ_c^2 = variancia de clones y $\bar{x}$ = media de clones; heredabilidad media entre clones

($h_{mc}^2 = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_c^2 + \frac{\sigma_e^2}{r}}$), donde σ_e^2 = variancia del

error y r = número de repeticiones; relación entre el coeficiente de variación genético (CV_g / CV_e);

acurácia al nivel de clones $r_{aa} = \sqrt{\hat{h}_{mc}^2}$ y el coeficiente de variación ambiental ($CV_e = \frac{\sqrt{QM_e}}{\bar{x}} \cdot 100$), donde

QM_e = cuadrado medio del error y $\bar{x}$ = media de clones.

La ganancia genética de selección fue estimado a partir de la multiplicación de la heredabilidad por el diferencial de selección, en el que fue adoptado el criterio de 10% arriba de la media para la selección de los clones.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la región de Botucatu/SP fue evidente la heterogeneidad observada para los caracteres silviculturales evaluados DAP, ALT y VOL en términos del CV (%) para los diferentes materiales genéticos clonales de *Eucalyptus* (Tabla 1), pero presentando diferencias significativas entre los tratamientos (datos no mostrados), evidenciados por el análisis estadístico entre los clones evaluados.

Tabla 1. Estimativas de medias y coeficiente de variación experimental (CV exp %) para los caracteres: diámetro a la altura del pecho – DAP, altura de plantas – ALT y volumen de madera – VOL evaluados a las edades de 24, 36, 48 y 60 meses en el ensayo clonal en Botucatu, SP.

Table 1. Estimates of mean and coefficient of the experiment variation (CV exp %) for traits: diameter at breast height – DBH, plant height – ALT, and timber volume – VOL measured at 24, 36, 48 and 60 months for the clonal assay at Botucatu, SP.

Edad (meses)	Caracteres	Media	CV exp (%)
24	DAP*	3,74	11,09
36		8,13	7,17
48		10,99	6,96
60		15,99	4,78
24	ALT	4,34	10,80
36		10,58	8,17
48		15,74	6,62
60		15,74	6,62
24	VOL	0,0029	24,74
36		0,0310	12,21
48		0,0851	11,44
60		0,1665	9,61

*DAP (cm); ALT (m) y VOL (m³).

*Diameter at breast height (DBH, cm); ALT (m) and VOL (m³).

Los CV_{exp} (%) de la altura y DAP no fueron elevados, posibilitando ser posible una selección indirecta para el carácter VOL debido a la consistencia de la correlación genética. Estos valores (CV_{exp}) variaron de 4,8 % a 24,7% para los caracteres DAP, altura y volumen, demostrando una buena precisión de los experimentos (Pimentel-Gomes y Garcia, 2002; Garcia y Nogueira, 2005). Valores semejantes fueron observados por Paula et al. (2002),

Moraes et al. (2014a) y Pinto et al. (2014) estudiando también especies del género *Eucalyptus*.

La relación entre el coeficiente de variación genética (CV_g %) y el coeficiente de variación experimental (CV_{exp} %) en la Tabla 2, presento valores más altos para el carácter VOL en las edades de 36, 48 y 60 meses (CV_r), seguida de los caracteres ALT y DAP. Cuanto mayores o iguales a uno los valores de este parámetro, se torna más fácil seleccionar el carácter (Vencovsky, 1978; Cruz et al., 2004).

Tabla 2. Estimativas del coeficiente de variación genético (CV_g %), heredabilidad media entre clones (h_{mc}^2 %), relación entre el coeficiente de variación genético, acurácia al nivel de progénies (r_{aa}) y el coeficiente de variación ambiental (CV_r) para los caracteres silviculturales: diámetro a la altura del pecho – DAP, altura de plantas – ALT y volumen de madera – VOL evaluados a los 24, 36, 48 y 60 meses de edad en el ensayo clonal en Botucatu, SP.

Table 2. Estimates of coefficient of genetic variation (CV_g %), mean heritability between clones (h_{mc}^2 %), relationship among the coefficient of genetic variation, accuracy at the progeny level (r_{aa}), and the coefficient of environmental variation (CV_r) for silvicultural traits: diameter breast height – DBH, plant height – ALT, and timber volume – VOL at 24, 36, 48 and 60 months for the clonal assay at Botucatu, SP.

Edad (meses)	Caracteres	CV_g (%)	h_{mc}^2 (%)	r_{aa}	CV_r
24	(*) DAP	17,63	91	95	1,59
36		9,70	88	94	1,35
48		10,22	90	95	1,47
60		7,02	90	95	1,47
24	ALT	16,36	90	95	1,52
36		12,90	91	95	1,58
48		11,24	92	96	1,70
60		11,24	92	96	1,70
24	VOL	38,07	90	95	1,54
36		21,45	93	96	1,76
48		21,88	94	97	1,91
60		18,66	94	97	1,94

*DAP (cm); ALT (m) y VOL (m^3).

*Diameter at breast height (DBH, cm); ALT (m) and VOL (m^3).

El coeficiente de variación genética (CV_g %) presento valores medios a altos para todos los caracteres y edades estudiadas. El volumen fue el que obtuvo mayor variación genética a los 60 meses (18,7%) permitiendo la selección de los clones más productivos.

El coeficiente de heredabilidad (h_{mc}^2 %) vario a lo largo de los años para los caracteres DAP, altura y volumen, presentando valores medios altos conforme la Tabla 2. Los coeficientes de

heredabilidad media de los clones estimados a los 48 meses para el carácter volumen de madera VOL (94%) fue superior a los demás. Entre los caracteres evaluados, el DAP fue el que presento menores coeficientes medios. A los 60 meses el valor del coeficiente de heredabilidad para VOL nuevamente fue alto (94%), siendo un buen indicativo para la selección de materiales genéticos en edades próximas de corte para las condiciones ambientales de estudio.

Massaro et al. (2010) estimando los parámetros genéticos de heredabilidad para dos ensayos clonales de *Eucalyptus*, observaron valores de 73 a 95% en varias edades y para los mismos caracteres, demostrando que los resultados obtenidos para el ensayo clonal instalado en la región de Botucatu/SP están de acuerdo con lo que se observa en otras regiones.

Beltrame et al. (2012) evaluaron a los siete años 138 clones híbridos de eucalipto en el municipio de Tapes/RS, en las condiciones de clima subtropical húmedo y obtuvieron valores de heredabilidad para DAP de 97% y para altura 92%.

El coeficiente de heredabilidad en el sentido amplio es el cuadrado de la correlación entre el valor genotípico y el valor fenotípico, utilizado para evaluación de materiales genéticos provenientes de propagación vegetativa; puede ser afectado por diversos factores, por ejemplo: el carácter estudiado, el método de estimación, la diversidad genética en la población, el nivel de endogamia, el tamaño de la muestra y la precisión en la conducción del experimento (White et al., 2007; Pires et al., 2011). Los estudios

reportados repiten la propensión de heredabilidad alta en ensayos clonales con varias especies e híbridos de *Eucalyptus*; indicando que existe alta variabilidad genética entre los clones de Botucatu/SP para realizar selección y los coeficientes de variación experimental indican buena precisión experimental.

La acuracia selectiva varío de 94 a 97%. Eso indica una buena relación entre el valor genético verdadero y el estimado. Estos valores son compatibles con varios otros encontrados en la literatura (Moraes et al., 2014b; Reis et al., 2014) y también indican precisión experimental alta, conforme valores reportados por Resende (2002) y Resende y Duarte (2007). Las correlaciones genéticas y fenotípicas entre las diferentes edades presentaron valores entre moderados y altos (Tabla 3). Las correlaciones fenotípicas entre las edades 24 meses (más precoz), 60 meses (próxima del final da rotación) presentaron valores propicios (56%) para la selección con base en el DAP. Una buena alternativa para realizar selección sería entre la edad juvenil y adulta de 36 y 60 meses (66%), en la cual parte de los individuos seleccionados a los 36 meses sería aprovechada a los 60 meses.

Tabla 3. Correlaciones genéticas (r_g) debajo de la diagonal y fenotípicas (r_f), encima de la diagonal, entre las edades 24, 36, 48 y 60 meses para los caracteres diámetro a la altura del pecho – DAP, altura de plantas – ALT y volumen de madera – VOL en el ensayo clonal en Botucatu, SP.

Table 3. Genetic correlations (r_g) (below the diagonal) and phenotypic correlation (r_f) (above the diagonal) at 24, 36, 48 and 60 months for diameter at breast height – DBH, plant height – ALT, and timber volume – VOL for the clonal assay at Botucatu, SP.

Edad (Meses)	Caracteres	r_f											
		DAP				ALT				VOL			
		24	36	48	60	24	36	48	60	24	36	48	60
r_g	24 DAP*	–	0,81	0,50	0,50	0,91	0,83	0,58	0,58	0,94	0,83	0,53	0,56
	36	0,80	–	0,64	0,64	0,76	0,92	0,61	0,61	0,74	0,92	0,64	0,66
	48	0,75	1,00	–	1,00	0,49	0,61	0,88	0,88	0,53	0,69	0,91	0,93
	60	0,75	1,00	1,00	–	0,49	0,61	0,88	0,88	0,53	0,69	0,91	0,93
	24 ALT	0,96	0,83	0,73	0,73	–	0,81	0,63	0,63	0,92	0,81	0,53	0,57
	36	0,87	0,97	1,00	1,00	0,93	–	0,66	0,66	0,76	0,90	0,63	0,65
	48	0,88	1,00	0,89	0,89	0,90	1,00	–	1,00	0,60	0,66	0,82	0,88
	60	0,88	1,00	0,89	0,89	0,90	1,00	1,00	–	0,60	0,66	0,82	0,88
	24 VOL	0,98	0,81	0,76	0,76	0,95	0,87	0,85	0,85	–	0,84	0,58	0,60
	36	0,82	0,97	1,00	1,00	0,85	0,95	0,96	0,96	0,85	–	0,76	0,76
	48	0,73	0,97	0,98	0,98	0,72	0,93	0,88	0,88	0,78	1,00	–	0,99
	60	0,77	1,00	0,98	0,98	0,76	0,97	0,92	0,92	0,81	1,00	1,00	–

$p < 0,01$ (todos los valores presentaron efecto significativo por el test t).

*DAP (cm); ALT (m) y VOL (m³).

$p < 0.01$ (all values are significant according to the t-test).

*Diameter at breast height (DBH, cm); ALT (m) and VOL (m³).

Cuanto a las correlaciones genéticas para DAP, los valores variaron de 75 a 100% para las edades de 48 y 60 meses. A pesar del valor de la correlación genética entre las edades de 24 y 60 meses se presente moderado (75%), se muestra todavía atrayente para la selección, delante de la posibilidad de disminuir el tiempo para atender el programa de mejoramiento genético (Kageyama y Vencovsky, 1983). Massaro et al. (2010) consiguieron correlación genética de 87% entre 25 y 72 meses para DAP, siendo superior al obtenido en este trabajo a los 24 y 60 meses.

Para ALT, la mayor correlación genética (87%) fue entre las edades de 36 y 60 meses y la menor (73%) fue entre 24 y 60 meses; y en el trabajo de Massaro et al. (2010) fue obtenido un valor superior (87%) entre 24 y 72 meses. La mayor correlación fenotípica fue entre las edades de 48 y 60 meses (86%). Las correlaciones fenotípicas entre la edad más juvenil (24 meses) y adulta (60 meses) fueron relativamente bajas para ALT (49%), diferente de (70%) encontrados por Moraes et al. (2014a).

Evidentemente, el carácter que mejor representa las ganancias comerciales es el volumen de madera (VOL). Para este carácter la mayor correlación fenotípica ocurrió entre la edad de 48 y 60 meses (99%), puede ser usada en selección precoz en los programas de mejoramiento genético; entretanto, la correlación de 36 con 60 meses también se presenta buena para selección (76%).

Entre las correlaciones genéticas, la mayor fue entre 36 (juvenil) y 60 meses (100% final de rotación). Massaro et al. (2010) obtuvieron 98% entre 50 y 72 meses, siendo un valor bien aproximado, también entre 24 y 60 meses (87%) y 25 con 72 meses (89%), respectivamente. Pinto et al. (2014) observaron que la selección precoz en un ensayo clonal instalado en el municipio de Guanhães/MG, para 94 clones de la especie *E. urophylla* mostrándose un procedimiento confiable, sin pérdida de los genotipos superiores, en comparación con la evaluación en edades más juveniles (tres años) en relación a la edad final de corte de la cultura (6 años).

En la Tabla 4 están los clones que presentaron mayor potencial para la región de Botucatu, SP, para el carácter volumen en las edades estudiadas. Los que se destacaron a los 60 meses fueron los tratamientos 13, 14, 18, 19, 20, 21 e 22, con valores 10% superiores de la media del ensayo clonal. Dos híbridos de *Eucalyptus grandis* vs *E. camaldulensis* (13 y 14) y cuatro de la especie *E. urophylla* (19, 20, 21 y 22), revelándose como mejor clon el 20, no diferenciándose estadísticamente al 5% de probabilidad del clon 21. Reis et al. (2014) resaltan que la selección basada en la media de clones posee un mayor grado de precisión experimental que aquel basado en parcelas o en árboles individuales.

Tabla 4. Clasificación de los clones para el volumen (m³) a los 24, 36, 48 y 60 meses en el ensayo clonal en Botucatu, SP.

Table 4. Classification of clones by volume (m³) at 24, 36, 48 and 60 months for the clonal assay at Botucatu, SP.

Volumen (m ³)					
Clones	Meses				
	24	36	48	60	
1	0,0032 Ad	0,0289 Bc	0,0892 Bb	0,1784 Ca	
2	0,0028 Ad	0,0326 Ac	0,0908 Bb	0,1776 Ca	
3	0,0042 Ad	0,0355 Ac	0,0878 Bb	0,1719 Da	
4	0,0024 Ad	0,0284 Bc	0,0702 Cb	0,1457 Ea	
5	0,0025 Ad	0,0277 Bc	0,0793 Bb	0,1575 Da	

continúa
to be continued

continuación – Tabla 1
 continuation – Table 1

Volumen (m³)								
Clones	Meses							
	24		36		48		60	
6	0,0011	Ac	0,0144	Bc	0,0427	Db	0,0916	Ga
7	0,0016	Ad	0,0197	Bc	0,0508	Db	0,1045	Ga
8	0,0014	Ad	0,0229	Bc	0,0606	Cb	0,1257	Fa
9	0,0019	Ad	0,0245	Bc	0,0627	Cb	0,1302	Fa
10	0,0035	Ad	0,0321	Ac	0,0827	Bb	0,1636	Da
11	0,0026	Ad	0,0279	Bc	0,0664	Cb	0,1417	Ea
12	0,0027	Ad	0,0289	Bc	0,0882	Bb	0,1704	Da
13	0,0047	Ad	0,0358	Ac	0,0918	Bb	0,1815	Ca
14	0,0043	Ad	0,0376	Ac	0,0961	Bb	0,1859	Ca
15	0,0015	Ad	0,0291	Bc	0,0903	Bb	0,1735	Ca
16	0,0012	Ad	0,0260	Bc	0,0835	Bb	0,1599	Da
17	0,0025	Ad	0,0357	Ac	0,0951	Bb	0,1792	Ca
18	0,0033	Ad	0,0397	Ac	0,1108	Ab	0,2066	Ba
19	0,0035	Ad	0,0367	Ac	0,0944	Bb	0,1824	Ca
20	0,0050	Ad	0,0422	Ac	0,1195	Ab	0,2212	Aa
21	0,0035	Ad	0,0391	Ac	0,1139	Ab	0,2127	Aa
22	0,0044	Ad	0,0388	Ac	0,1037	Ab	0,1965	Ba
23	0,0023	Ad	0,0287	Bc	0,0876	Bb	0,1702	Da
GS 10%	0,00098 m³		0,00642 m³		0,01847 m³		0,03584 m³	
GS 10%	34%		21%		22%		22%	
CV (%)	13,25							
p (C x A)	0,0000							

GS = ganao genético de selección de clones que presentaron volumen 10% a mas que la media.

GS = genetic gains based on the selection of clones with a volume 10% greater than average.

Con relación a la ganancia genética con la selección, adoptando el criterio de escoger los clones que presentaron volúmenes 10% a mas que la media general, a los 24 meses fue obtenida la mayor estimativa (34%) y en las edades siguientes las estimativas presentaron valores próximos (21% a 22%).

4 CONCLUSIONES

a) Se observaron variaciones genéticas significativas entre los clones para los caracteres silviculturales evaluados.

b) Correlaciones genéticas y fenotípicas se presentaron altas y significativas entre los caracteres observados, siendo propicio la utilización de la selección precoz a los 36 meses de edad.

c) Los clones 18, 20, 21 y 22 presentaron volúmenes de madera adecuados a los 60 meses, mostrando potencial para ser aprovechados por parte de la empresa para la región de Botucatu, SP, desde que bien aplicadas las técnicas silviculturales.

d) Las ganancias genéticas se mostraron promisoras en el orden de 22% para las edades de 48 y 60 meses de edad.

5 AGRADECIMIENTOS

A la empresa Eucatex por el financiamiento, conducción del experimento y por la disponibilidad de los resultados para su publicación.

BIBLIOGRAFÍA

ALLARD, R.W. **Princípios de melhoramento genético de plantas**. São Paulo: Edgar Blucher, 1971. 381 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012** – ano base 2011. Brasília, DF, 2012. 150 p.

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

CRUZ, C.D. **Programa GENES: biometria**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 382 p.

_____.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 1, 480 p.

FONSECA, S.M. et al. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 200 p.

_____.; NOGUEIRA, M.C.S. Utilização da metodologia REML/BLUP na seleção de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, v. 68, p. 107-112, 2005.

KAGEYAMA, P.Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **IPEF**, v. 24, p. 9-26, 1983.

MADHIBHA, T. et al. Genetic parameter estimates for interspecific *Eucalyptus* hybrids and implications for hybrid breeding strategy. **New Forests**, v. 44, p. 63-84, 2013.

MASSARO, R.A.M. et al. Viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. **Ciência Florestal**, v. 20, p. 597-609, 2010.

MIRANDA, A.C. et al. Heritability for resistance to *Puccinia psidii* Winter rust in *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden in Southwestern Brazil. **Tree Genetics & Genomes**, v. 9, p. 1-9, 2013.

MORAES, C.B. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para seleção precoce de clones de *Eucalyptus* para região com ocorrência de geadas. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 102, 2014a.

MORAES, C.B. et al. Estimativas dos parâmetros genéticos para seleção de árvores de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 104, 2014b.

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

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

PINTO, C.S. et al. Genetic variability in progenies of *Eucalyptus dunnii* Maiden for resistance to *Puccinia psidii*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, n. 14, p. 187-193, 2014.

PIRES, I.E. et al. **Genética florestal**. Viçosa, MG: Arka, 2011. 318 p.

REIS, C.A.F.; SANTOS, P.E.T; PALUDZYSZYN FILHO, E. Avaliação de clones de eucalipto em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, p. 263-269, 2014.

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

_____.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

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

MORAES, C.B. de et al. Selección de clones de *Eucalyptus*

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Coord.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p. 122-210.

_____.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

WENG, Y.H. et al. Age-related trends in genetic parameters for jack pine and their implications for early selection. **Silvae Genetica**, v. 56, n. 5, p. 242-252, 2007.

WHITE, T.L.; ADAMS, W.T.; NEALE, D.B. **Forest genetics**. Oxford: CAB Internacional, 2007. 683 p.

ZIMBACK, L. et al. Correlações entre caracteres silviculturais durante o crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Revista do Instituto Florestal**, v. 23, n. 1, p. 57-67, 2011.

ZOBEL, B.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: John Wiley & Sons. 1984. 505 p.