

TRABALHO DE PESQUISA / RESEARCH PAPER

**PARÁMETROS GENÉTICOS Y ESPACIAMIENTO EN PROGENIES  
DE *Eucalyptus saligna* SMITH**

Fernando Patiño-Valera<sup>1</sup>  
Paulo Yoshio Kageyama<sup>2</sup>

**ABSTRACT** - Aiming to study the genetic behavior of *Eucalyptus saligna* Smith in different spacing, it was established a trial in Avaré, SP, with 169 open pollinated progenies from a population of Itatinga, SP. The two spacing tried were 3,0 x 1,0 and 3,0 x 2,0 m, and the statistical design utilized was the square lattice 13 x 13, replicated 4 times. The variance analysis revealed genetic variations among progenies for all characteristics, ages and spacing studied. Genetic parameters were estimated for the main silvicultural traits. Heritability values obtained in spacing 3.0 x 2.0 m presented the highest value for stem straightness (0,45), following tree height (0,28), diameter (0,18), basal area (0,13) and volume (0, 13). Genetic and phenotypic correlations between growth characteristics showed positive values and near to the unit.

**RESUMEN** - Con el objetivo de estudiar el comportamiento genético del *Eucalyptus saligna* Smith, y su relación con el espaciamiento, fue establecido un ensayo con 169 progenies de polinización libre de la población de Itatinga, São Paulo, en un local del Município de Avaré, del mismo Estado. Los dos espaciamientos probados fueron 3,0 x 1,0 y 3,0 x 2,0 m y el diseño utilizado fue un latice cuadrado 13 x 13 con 4 repeticiones. Los análisis estadísticos revelaron variaciones genéticas entre progenies para todas las características, edades y espaciamientos estudiados. Se estimaron parámetros genéticos para las principales características silviculturales. Los valores de heredabilidad obtenidos para el espaciamiento de 3,0 x 2,0 m presentaron el mayor valor para la forma del tronco (0,45), suigiendole la altura (0,28), diámetro (0,18), área basal (0,13) y volumen (0,13). Las correlaciones genéticas y fenotípicas entre las características de crecimiento mostraron valores positivos y cercanos ala unidad.

### INTRODUCCION

El cultivo intensivo de plantaciones forestales busca obtener la máxima producción sustentada de madera de la mejor calidad y a los costos más bajos posibles. La productividad forestal está influenciada por varios parámetros, dentro de los cuales los más relevantes están ligados ala calidad genética del material reproductivo a utilizar, al espaciamiento a adoptar considerando los objetivos de producción fijados, ala edad de corte de la madera y a los tratamientos silviculturales a utilizar.

El establecimiento de plantaciones es de hecho, una actividad muy importante dentro de la economía de muchos países para satisfacer las necesidades de abastecimiento de materia prima para la industria de la celulosa y papel, tableros de fibra y de partículas,

<sup>1</sup> CIR-Sureste, INIFAP, SARH- Calle 62 no 462 – 209 - Mérida, Yucatán, México;

<sup>2</sup> ESALQ -USP Depto. de Ciências Florestais. Caixa Postal 9 - 13400-970 - Piracicaba, São Paulo.

contra chapados, y también como una fuente energética potencial para suplir a los combustibles fósiles, en continuo agotamiento.

Considerando las extensas áreas plantadas y su alto potencial de utilización como materia prima para la industria maderera, sin duda el eucalipto representa el género forestal exótico más importante para Brasil. Dentro de las especies más utilizadas en la producción forestal brasileña destacan : **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden, **E. saligna** Smith y **E. urophylla** E. T Blake.

El **Eucalyptus saligna** Smith, es una especie que ha probado tener buena productividad y por consecuencia alto potencial para la producción de madera en varias regiones de Brasil. La semilla utilizada para dar origen a la mayoría de las plantaciones establecidas de la especie, proviene de la población base de Itatinga. A pesar de su utilización esta especie ha sido poco estudiada, por lo que se considera muy importante conocer el potencial genético de la población de Itatinga, Sao Paulo.

El presente trabajo tiene como objetivo principal estimar los parámetros genéticos y determinar la magnitud y los patrones de la variación entre y dentro de progenies, para las principales características de crecimiento (altura, diámetro, área basal y volumen cilíndrico) y para la forma del tronco, de 169 progenies de **Eucalyptus saligna** Smith de la población base de Itatinga.

## REVISION DE LITERATURA

DITLEVSEN (1980) señala que muchas características de interés para el mejoramiento forestal son cuantitativas y heredadas por la acción de muchos genes de efecto aditivo y que cada uno contribuye a la herencia de los caracteres. Generalmente en el mejoramiento forestal se escogen árboles con una buena apariencia para el carácter seleccionado. Esa apariencia fenotípica puede ser consecuencia de un buen genotipo, de un buen ambiente, o aún puede ser el resultado de la interacción existente entre el genotipo y el ambiente. De acuerdo a ZOBEL & TALBERT (1984), la mejor forma de conocer el valor genético de los árboles seleccionados, es a través del desarrollo de sus progenies, de tal manera de permitir estimar indirectamente los valores de los progenitores. Ese procedimiento permite separar los árboles cuya superioridad fenotípica es producida por las buenas condiciones del sitio donde se encuentran creciendo, de aquellos que presentan una superioridad genotípica.

Según KAGEYAMA (1980) y ZOBEL & TALBERT (1984), los ensayos de progenie instalados, tanto a partir de semillas de polinización libre, como de cruzamientos controlados, han sido importante en la determinación del valor reproductivo de los árboles seleccionados, permitiendo la estimación de los parámetros genéticos y posibilitando así, la selección de nuevos individuos superiores.

El primer autor citado resalta que para especies forestales, los materiales más utilizados para estos ensayos, son las progenies producto de polinización abierta y que tienen entre sus objetivos más importantes la reelección de los mejores individuos para su utilización en programas de mejoramiento y la estimativa de sus parámetros genéticos.

Shelbourne & Cockrem (1969) citados por KAGEYAMA (1980), muestran que el ensayo de progenies de polinización abierta es el método más barato y atractivo, a pesar de las desventajas y restricciones que el mismo presenta, en relación a los ensayos de polinización controlada.

Según ROBINSON & COCKERHAM (1965), la estimación de los parámetros genéticos permite obtener información para conocer la naturaleza de la acción génica, envuelta en la herencia de los caracteres y proporciona las bases para la definición de los

programas de mejoramiento de la población, además de dirigir adecuadamente los esquemas de selección y la evaluación de los progresos esperados a través de los mismos.

ELDRIDGE (1971) indica que la existencia de variación estadísticamente significativa entre familias, para cualquier carácter, debe entenderse como la posibilidad que tiene el mismo, de ser mejorado a través de la selección. A su vez DUDLEY & MOLL (1969) argumentan que tal constatación, no cuantifica la variabilidad genética dentro de esa población; la estimativa de la heredabilidad en el sentido restringido, proporciona ese conocimiento informando sobre la magnitud relativa de la variación genética y de la ambiental.

BOGYO (1964), ROBINSON & COCKERHAM (1965), Vencovsky (1969) citado por KAGEYAMA (1980) y ELDRIDGE (1978) señalan que los propósitos para estimarlos parámetros genéticos son: proporcionar información sobre la acción de los genes responsables de la herencia de las características estudiadas; proporcionar las bases para la evaluación de los programas de mejoramiento de la población estudiada; información para el desarrollo de nuevos enfoques en los programas y estimar el progreso esperado en la selección.

Existen muchos procesos para estimar los componentes de la variación. Sin embargo la técnica más utilizada para descomponer la variación de cada uno de ellos, es a través de los análisis de varianza de los experimentos en bloques al azar en látice. FONSECA (1979) comenta que esta técnica tiene una doble finalidad cuando se utiliza en los ensayos de mejoramiento: probar las diferencias entre tratamientos y estimar los componentes de la varianza.

Uno de los objetivos más comunes para obtener las varianzas genéticas es la estimación de la heredabilidad; parámetro que según BOGYO (1964) es definido como la relación entre la varianza genética aditiva y la varianza total, que puede ser atribuida a un efecto medio de los genes. SQUILLACE et al (1967) y FALCONER (1983) muestran que el conocimiento de la heredabilidad es fundamental en los programas de mejoramiento, ya que permite la predicción de la ganancia genética, auxiliando en la selección y establecimiento de métodos apropiados de mejoramiento para la especie estudiada.

Muchos autores han estudiado el comportamiento del coeficiente de heredabilidad para las características de crecimiento, forma de los árboles y también para características ligadas a la calidad de la madera de numerosas especies de coníferas y latifoliadas. En el CUADRO 1 se pueden observar algunos resultados obtenidos en la determinación de coeficientes de heredabilidad, para las características de crecimiento en especies del género *Eucalyptus*.

**CUADRO 1. Coeficiente de heredabilidad ( $h^2$ ), en el sentido restringido para altura, diámetro y volumen, en especies de *Eucalyptus*.**

Especie	Edad	$h^2$			Fuente
		A	D	V	
<b>E. grandis</b>	6m	0.37	-	-	1
<b>E. grandis</b>	2a	0.26	0.15	0.14	2
<b>E. grandis</b>	Sa	0.23	0.11	0.16	3
<b>E. grandis</b>	7a	0.28	0.13	0.10	4
<b>E. grandis</b>	2a	-	-	0.23	5
<b>E. grandis</b>	3a	-	-	0.33	6
<b>E. grandis</b>	3a	-	-	0.16	6
<b>E. tereticornis</b>	4a	0.25	0.17	-	7
<b>E. regnans</b>	4a	0.21	-	-	8
<b>E. regnans</b>	7a	-	0.21	-	8
<b>E. regnans</b>	10a	-	0.15	-	8
<b>E. paniculata</b>	3a	0.15	0.20	0.18	9
<b>E. cloesiana</b>	3a	0.48	0.23*	0.16	9
<b>E. urophylla</b>	36m	0.36	0.24	-	10

a = años de edad; m = meses de edad; A = altura; D = diámetro; V = volumen; \* valor obtenido con circunferencia a 1.30 m de progenies de huerto semillero;  $h^2$  coeg.

1: BORGES, 1980; 2: KAGEYAMA, 1980; 3: KAGEYAMA, 1983; 4: AMORES, 1987; 5: VAN WYK, 1976; 6: VAN WYK, 1978; 7: KEDHARNAT & VAKSHASYA, 1977; 8: ELDRIDGE, 1972; 9: ASSIS et al, 1982 y 10: PINTO, 1984.

VENCOVSKY (1978) destaca la importancia del estudio de la correlación entre características dentro de los programas de mejoramiento, donde la preocupación principal es la de estudiar el material genético para un conjunto de caracteres simultáneamente, más que para características aisladas. También señala que el grado de correlación, tanto genotípica como fenotípica, es de gran importancia en la selección de un carácter, ya que puede causar un cambio simultáneo en otro carácter.

FALCONER (1983) muestra que los problemas prácticos se pueden resolver en función de dos correlaciones: la genética (o correlación de los valores reproductivos) y la ambiental, la cual contiene los desvíos ambientales y genéticos no aditivos.

KAGEYAMA (1983) señala que, en cuanto a los resultados obtenidos de correlaciones genéticas y fenotípicas entre diferentes edades, éstos han sido muy disímiles en términos de metodologías y de tendencias para los resultados. El autor citado encontró que para **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden las correlaciones no difirieron substancialmente entre sí y todavía, concordaron bastante para los diferentes localidades estudiadas. Así, para altura de plantas los resultados obtenidos por el autor, muestran una clara tendencia a disminuir el valor del coeficiente de correlación con el aumento de la edad. En cuanto al diámetro y al volumen cilíndrico, resalta que los valores obtenidos fueron bastante similares a los encontrados para la altura de las plantas.

## MATERIALES Y METODOS

Las 169 progenies ensaiadas, producto de polinización libre, fueron obtenidas de árboles tomados al azar en el área de recolección de semillas de **Eucalyptus saligna** Smith,

del Huerto de Itatinga, localizado en el Municipio de Itatinga, Sao Paulo, Brasil; con latitud de 23°10' sur, 48°40' de longitud al oeste de Greenwich y una altitud de 857 m sobre el nivel del mar. El clima de la región según Koeppen, citado por el Departamento de Silvicultura, ESALQ/USP (1979), es un Cwa, con temperatura media anual de 21°C y precipitación anual de 1296 mm. En el área predominan suelos del tipo latosol y podzol, y la topografía es suave y ondulada.

Las progenies fueron establecidas en el Parque Forestal Guarujá, propiedad de la Compañía Reforestadora Nacional (CIRENA), del grupo paplero RIPASA, en el Municipio de Avaré, Sao Paulo, Brasil; con latitud sur de 23°11'; longitud al oeste de Greenwich de 48°47' y una altitud de 660 m. En el área se presenta un clima Cwa de acuerdo a Köppen, con temperatura media anual de 23.5°C y precipitación anual de 1300 mm.

El espaciamiento inicial del ensayo fue de 3,0 x 1,0 m, entre hileras y plantas de la misma hilera, respectivamente. Durante los primeros 18 meses de crecimiento de las plantas, fueron aplicados 4 deshierbes manuales y uno mecánico, con el objetivo de eliminar la competencia de maleza con las progenies.

El diseño utilizado para el ensayo fue un látice cuádruplo 13 X 13, de acuerdo con COCHRAN & COX (1965). Las parcelas experimentales fueron lineares y constituidas originalmente por 20 plantas, las cuales representaron una progenie. Con la finalidad de evitar los efectos de orilla, el ensayo fue circundado por dos hileras de plantas de las mismas progenies, mezcladas.

A la edad de 17 meses se aplicó un aclareo mecánico en la misma mitad de las diferentes repeticiones, buscando facilitar esta operación y evitar que parcelas con diferente espaciamiento quedaran lado a lado. El aclareo permitió obtener, dentro de cada una de las parcelas originales, los dos espaciamientos probados: 3,0 x 1,0 y 3,0 x 2,0 m respectivamente.

Los ensayos fueron evaluados en el campo a la edad de 15 (antes del aclareo) y 32 meses, obteniéndose datos de crecimiento en altura total en metros, diámetro normal (DAP) en centímetros y el porcentaje de sobrevivencia en las parcelas, información reportada por los autores en otros trabajos (PATIÑO & KAGEYAMA, 1988, 1990). A los 32 meses también se evaluó la forma del tronco para las mejores 42 progenies, calificando a los árboles por medio de notas visuales de 1 a 5.

Se realizaron análisis de varianzas individuales y conjuntos para cada una de las características de crecimiento (altura total, diámetro (DAP), área basal y volumen cilíndrico) para cada uno de los dos espaciamientos adoptados, considerando los esquemas planteados por COCHRAN & COX (1965), para bloques al azar y látice.

Los análisis de covarianza entre pares de edades, para una determinada característica y espaciamiento, posibilitó la obtención de parámetros que cuantifican la asociación entre diferentes edades; siendo importantes para conocer el desarrollo de las plantas en función a la edad. El análisis de covarianza fue aplicado también entre pares de características de crecimiento para cada espaciamiento y edad.

La estimación de las varianzas genéticas y ambientales y de los parámetros afines, se obtuvo a través de los esquemas de los análisis de varianzas individuales en látice y en bloques al azar, por la descomposición del cuadrado medio en sus esperanzas matemáticas.

A partir de las varianzas genéticas y no genéticas, fueron estimados los coeficientes de heredabilidad y de variación. Las progenies estudiadas se consideraron como siendo de medios hermanos; por lo que, como señalan VENCOVSKY (1978) y KAGEYAMA (1980, 1983), la varianza genética entre progenies contiene en este caso, 1/4 de la varianza genética aditiva de la población.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el CUADRO 2 se pueden apreciar las estimativas de las varianzas genéticas y no genéticas, de coeficientes de heredabilidad y de coeficientes de variación genéticos, para las características de crecimiento y forma del tronco, obtenidas a partir de los componentes de varianza de los análisis individuales en látice y en bloques al azar. En el CUADRO 3 se observan los mismos valores para los análisis conjuntos en bloques al azar y látice.

**CUADRO 2. Estimativas de las varianzas genéticas y no genéticas y de los errores asociados en los dos espaciamientos ensayados, a la edad de 32 meses, considerando los análisis de varianza en látice y bloques al azar.**

Diseño Espaciamento		Látice		Bloques al azar	
		3.0 x 1.0	3.0 x 2.0	3.0 x 1.0	3.0 x 2.0
Características	parámetros				
Altura (m)	$\sigma^2_d$	2.6359	2.5493	2.6359	2.5493
	$\sigma^2_e$	0.3324	0.4007	0.4394	0.4893
	$\sigma^2_p$	0.1153	0.2385	0.1513	0.2272
	$S(\sigma^2_p)$	0.004165	0.10834	0.00448	0.0111
	(%)	2.68	4.54	2.96	4.87
	$\sigma^2_A$	0.6212	0.954	0.6052	0.9088
Diámetro (cm) (DAP)	$\sigma^2_d$	3.602	3.9004	3.602	3.9004
	$\sigma^2_e$	0.1040	0.2010	0.2691	0.3509
	$\sigma^2_p$	0.1071	0.1995	0.1160	0.1952
	$S(\sigma^2_p)$	0.003169	0.01049	0.00385	0.011284
	(%)	2.96	5.26	3.32	5.78
	$\sigma^2_A$	0.4284	0.798	0.464	0.7808
Área basal (m <sup>2</sup> /árbol)	$\sigma^2_d$	4.84x10 <sup>-6</sup>	5.28x10 <sup>-6</sup>	4.84x10 <sup>-6</sup>	5.28x10 <sup>-6</sup>
	$\sigma^2_e$	1.170x10 <sup>-7</sup>	4.06x10 <sup>-7</sup>	3.326x10 <sup>-7</sup>	6.871x10 <sup>-7</sup>
	$\sigma^2_p$	1.044x10 <sup>-7</sup>	2.02x10 <sup>-7</sup>	1.226x10 <sup>-7</sup>	1.964x10 <sup>-7</sup>
	$S(\sigma^2_p)$	3.70x10 <sup>-9</sup>	1.364x10 <sup>-8</sup>	4.674x10 <sup>-9</sup>	1.532x10 <sup>-8</sup>
	(%)	3.54	6.75	3.81	7.80
	$\sigma^2_A$	4.176x10 <sup>-7</sup>	8.08x10 <sup>-7</sup>	4.904x10 <sup>-7</sup>	7.86x10 <sup>-7</sup>
Volumen cilíndrico (m <sup>3</sup> /árbol)	$\sigma^2_d$	7.965x10 <sup>-4</sup>	9.571x10 <sup>-4</sup>	7.965x10 <sup>-4</sup>	9.571x10 <sup>-4</sup>
	$\sigma^2_e$	5.36x10 <sup>-5</sup>	1.114x10 <sup>-4</sup>	9.415x10 <sup>-5</sup>	1.71x10 <sup>-4</sup>
	$\sigma^2_p$	2.23x10 <sup>-5</sup>	3.79x10 <sup>-5</sup>	2.448x10 <sup>-5</sup>	3.667x10 <sup>-5</sup>
	$S(\sigma^2_p)$	7.25x10 <sup>-7</sup>	2.74x10 <sup>-6</sup>	9.6184x10 <sup>-7</sup>	3.070x10 <sup>-6</sup>
	(%)	3.16	7.47	3.93	8.37
	$\sigma^2_A$	8.92x10 <sup>-5</sup>	1.516x10 <sup>-4</sup>	9.792x10 <sup>-5</sup>	1.47x10 <sup>-4</sup>
Forma del tronco (notas)	$\sigma^2_d$	-	-	0.4618	0.4361
	$\sigma^2_e$	-	-	0.0650	0.062
	$\sigma^2_p$	-	-	0.01304	0.063
	$S(\sigma^2_p)$	-	-	0.00116	0.00258
	(%)	-	-	8.88	4.10
	$\sigma^2_A$	-	-	0.0522	0.252

2d = varianza dentro de parcelas; 2e = varianza del error; 2p = varianza entre progenies; (%) = expresión en porcentaje de los errores asociados en función a la varianza entre progenies;  $2_A$  = varianza genética aditiva.

**CUADRO 3. Estimativas de las varianzas genéticas y no genéticas y de los errores asociados, a partir de los análisis conjuntos considerando los dos espaciamientos probados, a la edad de 32 meses.**

Parámetros	Altura (m)	Diámetro (cm)	Area Basal (m <sup>2</sup> /árbol)	Volumen cilíndrico (m <sup>3</sup> /árbol)	Forma del tronco (notas)
$\sigma^2_d$	2.5926	3.7512	$5.06 \times 10^{-6}$	$8.77 \times 10^{-4}$	0.4490
$\sigma^2_e$	0.3957	0.2040	$3.31 \times 10^{-7}$	$4.65 \times 10^{-4}$	0.0660
$\sigma^2_p$	0.2240	0.1681	$1.79 \times 10^{-7}$	$3.65 \times 10^{-5}$	0.0429
S( $\sigma^2_p$ )	0.0052	0.0065	$5.09 \times 10^{-9}$	$1.05 \times 10^{-6}$	0.0040
(%)	2.32	5.06	2.84	2.88	9.32

$\sigma^2_d$  = varianza dentro de parcela;  $\sigma^2_e$  = varianza del error;  $\sigma^2_p$  = varianza entre progenies; S( $\sigma^2_p$ ) = errores asociados a la varianza entre progenies y (%) = es la expresión en porcentaje de los errores asociados en función a la varianza entre progenies.

Las estimativas de las varianzas genéticas presentaron valores de 2,68 a 7,47 %, en el caso del análisis en látice y de 2,96 a 8,88% para el de bloques al azar. Los valores de los errores asociados fueron siempre mayores en el diseño de bloques al azar que en el de látice, al comparar la misma característica, edad y espaciamiento, sugiriendo que las estimativas de la varianza entre progenies, y consecuentemente las heredabilidades obtenidas en el caso decurrente, presentaron mejores precisiones en el análisis en látice que en el de bloques al azar. Ese hecho podría explicarse considerándose la alta eficiencia obtenida para los análisis en látice realizados, que permitieron una mayor sensibilidad en la determinación de esos parámetros.

En los análisis conjuntos, los errores asociados a la varianza entre progenies, presentaron valores de 2.32 a 9.32% a la edad de 32 meses, mostrando gran uniformidad y una buena precisión para las estimativas.

En general los errores asociados obtenidos para las progenies de **Eucalyptus saligna** Smith, fueron coherentes con aquellos reportados por KAGEY AMA (1980) en progenies de **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden, y por PINTO (1984) en progenies de **Eucalyptus urophylla** E. T Blake, para las características de altura, diámetro y volumen.

Las estimativas de varianza debida a la interacción de progenies por espaciamientos, se presentaron con valores negativos por lo que se consideraron iguales a cero, concordando con la demostración hecha por Searle (1971), citado por PIRES (1984), no siendo por tanto consideradas para estimar la varianza fenotípica y la heredabilidad.

Las estimativas de heredabilidad obtenidas para las progenies en las dos edades y los dos espaciamientos considerados, se muestran en el CUADRO 4.

De acuerdo a NAMKOONG (1966), la presencia de endogamia, debido a la ocurrencia de autofecundación o por la restricción en el tamaño efectivo de la población, puede inflar los valores de las estimativas de las varianzas genéticas, lo que no ocurrió en el ensayo bajo estudio, ya que al estimar los coeficientes de heredabilidad, las progenies de

**Eucalyptus saligna** Smith fueron consideradas como de medios hermanos y que además la ocurrencia de endogamia en la población de Itatinga se considera insignificante.

Los valores encontrados para las estimativas de heredabilidad en el sentido restringido y al nivel de plantas individuales, variaron tanto entre los espaciamientos probados como entre las características consideradas, al ser comparadas las diferentes edades en los dos diseños utilizados.

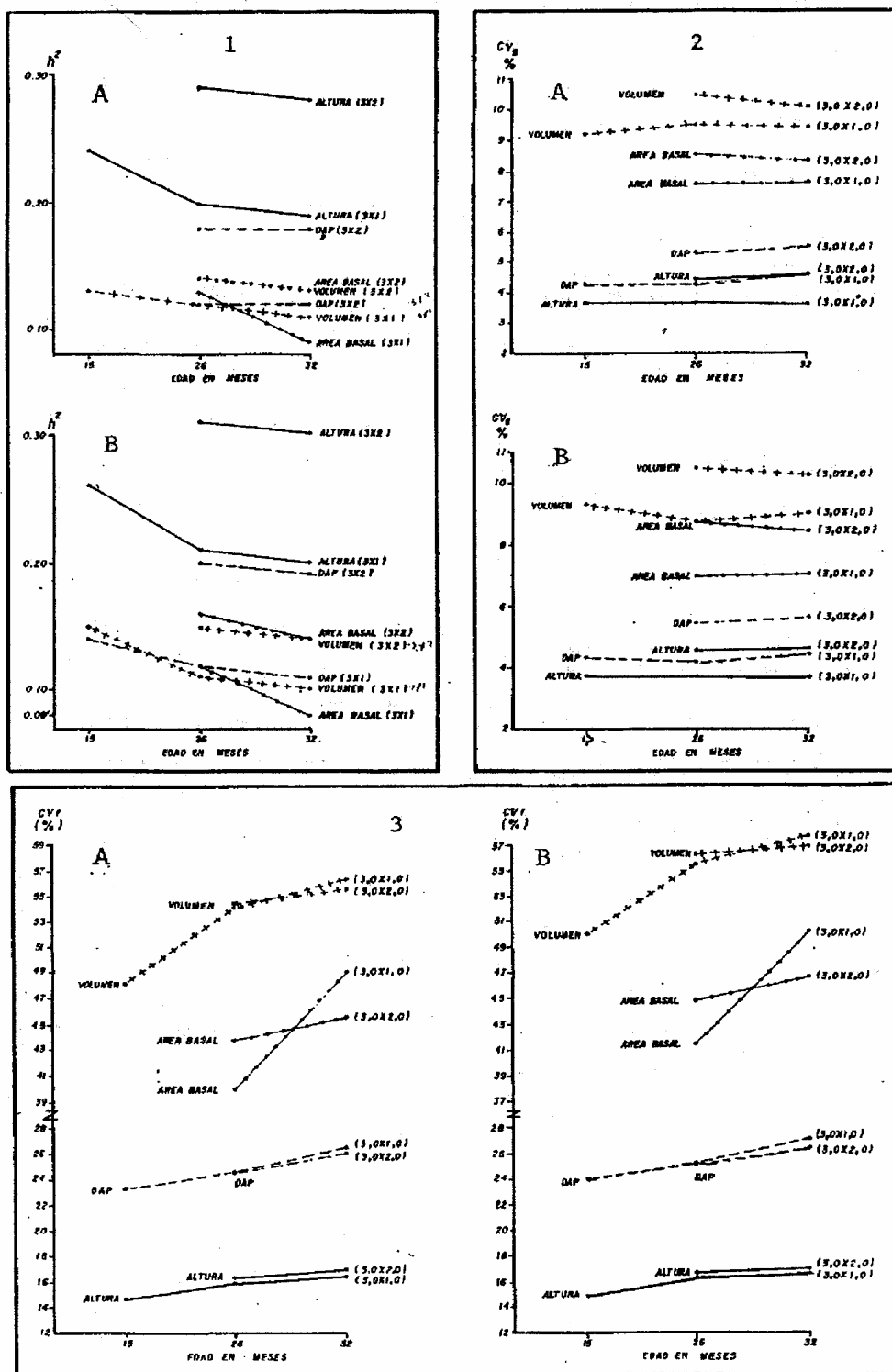
En las FIGURAS 1 a 3 se puede visualizar mejor la evolución de los coeficientes de heredabilidad de las varianzas genéticas y no genéticas, para los dos espaciamientos y las tres edades evaluadas, para los análisis en bloques al azar (A) como los en látice (B).

**CUADRO4. Coeficientes de heredabilidad y de variación genética en sentido restricto y al nivel de plantas individuales para las características estudiadas comprendiendo los dos espaciamientos y las tres edades evaluadas.**

Diseño		Látice			Bloques Alazar		
		3.0 x 1.0		3,0 x 2.0	3.0 x 1.0		3,0 x 2.0
Espaciamiento	Edades (meses)	15	32	32	15	32	32
Características	Parámetros						
Altura (m)	$h^2$	0.26	0.20	0.30	0.24	0.19	0.28
	$CV_g$	3.78	3.68	4.64	3.70	3.63	4.53
	$CV_t$	14.71	16.50	16.96	15.05	16.77	17.16
	$CV_d$	12.97	15.16	15.16	12.97	15.16	15.16
	$CV_e$	5.81	5.38	6.01	6.69	6.19	6.64
	$CV_{exp}$	6.53	7.47	9.11	6.53	7.47	9.11
Diámetro (cm)	$h^2$	0.14	0.11	0.19	0.13	0.12	0.18
	$CV_g$	4.34	4.45	5.63	4.32	4.63	5.56
	$CV_f$	23.42	26.53	26.12	24.05	27.13	26.56
	$CV_d$	22.10	25.79	24.87	22.10	25.79	24.87
	$CV_e$	6.41	4.38	5.65	8.45	7.05	7.46
	$CV_{exp}$	8.16	9.82	12.57	8.16	9.82	12.57
Área basal (m <sup>2</sup> /árbol)	$h^2$	-	0.08	0.14	-	0.09	0.13
	$CV_g$	-	7.06	8.47	-	7.65	8.35
	$CV_f$	-	49.15	45.72	-	50.27	46.78
	$CV_d$	-	48.06	43.30	-	48.06	43.30
	$CV_e$	-	7.50	12.01	-	12.60	15.62
	$CV_{exp}$	-	18.00	22.95	-	18.00	22.95
Volumen, cilíndrico (m <sup>3</sup> /árbol)	$h^2$	0.15	0.10	0.14	0.13	0.11	0.13
	$CV_g$	9.33	9.01	10.29	9.19	9.44	10.12
	$CV_f$	48.17	56.38	55.60	50.12	57.74	57.05
	$CV_d$	44.98	53.87	51.72	44.98	53.87	51.72
	$CV_e$	14.49	13.97	17.64	20.11	18.52	21.86
	$CV_{exp}$	17.77	23.09	29.28	17.77	23.09	29.28
Forma del tronco (notas)	$h^2$	-	-	-	-	0.10	0.45
	$CV_g$	-	-	-	-	3.23	6.88
	$CV_f$	-	-	-	-	20.81	20.52
	$CV_d$	-	-	-	-	19.25	18.09
	$CV_e$	-	-	-	-	7.22	6.82
	$CV_{exp}$	-	-	-	-	-	-

$h^2$  = coeficiente de heredabilidad en sentido restricto y al nivel de plantas individuales;  $CV_g$  = coeficiente de variación de la varianza entre progenies;  $CV_f$  = coeficiente de la varianza fenotípica;  $CV_d$  = coeficiente de variación de la varianza dentro de parcelas;  $CV_e$

= coeficiente de variación de la varianza del error y  $CV_{exp}$  = coeficiente de variación experimental.



FIGURAS 1 a 3. Evolución de los coeficientes de heredabilidad (1) y de las varianzas: genética (2) y fenotípica (3) en los dos espaciamientos y las tres edades evaluadas, considerando los análisis individuales en bloques al azar (A) y látice (B).

La heredabilidad en el sentido restringido y al nivel de plantas individuales presentó la tendencia de decrecer con la edad. Los coeficientes de heredabilidad ( $h^2$ ) para las características de crecimiento mostraron la misma tendencia en los dos espaciamientos probados y en los dos esquemas de análisis utilizados.

La disminución de los valores de los coeficientes de heredabilidad con la edad, fue generalizada para todas las características en los dos espaciamientos probados y en los dos tipos de análisis estadísticos realizados, excepto para el diámetro, característica en donde el coeficiente de heredabilidad se estabilizó de los 26 a los 32 meses de edad, en los dos espaciamientos y en el diseño de bloques al azar.

El decremento del coeficiente de heredabilidad con el aumento de la edad, podría explicarse siguiendo a KAGEYAMA (1983), tanto por la disminución de la cantidad de variación genética, como del aumento de la variación fenotípica. Al respecto FRANKLIN (1979) lo explica indicando que la disminución es debida a los efectos de la competencia entre las plantas, indicando que conforme aumenta la competencia entre ellas, el coeficiente de heredabilidad disminuye; aunque ese valor puede crecer nuevamente a medida que los árboles llegan a la madurez.

Los resultados obtenidos en los coeficientes de heredabilidad y la tendencia de disminución de su valor con la edad, son coherentes con aquellos logrados por KAGEYAMA (1983) y VAN WYK (1976), con *E. grandis* Hill ex Maiden y por ELDRIDGE (1972) para *E. regnans* F. Muell.

El coeficiente de heredabilidad fue siempre mayor en el espaciamiento más amplio para las características de crecimiento (altura, diámetro, área basal y volumen), verificándose la caída de ese valor con la edad; para el área basal, ese coeficiente fue más acentuado, lo que puede explicarse considerando que a la edad de 32 meses y en el espaciamiento de 3,0 x 1,0 m, la competencia entre plantas fue mayor, hecho que puede influir en la disminución de la variación genética o en el incremento de la variación fenotípica, afectando consecuentemente el valor del coeficiente de heredabilidad. Debe señalarse también lo especificado por FRANKLIN (1979), en el sentido de que conforme aumenta la competencia entre plantas, el coeficiente de heredabilidad disminuye.

Al compararse los dos espaciamientos se percibe que la disminución de valores de heredabilidad son casi de la misma proporción en ambos casos. Los resultados obtenidos en este sentido son congruentes con los obtenidos por otros autores como KAGEYAMA (1983) con *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden y PINTO (1984) con *E. urophylla* E. T Blake, entre otros.

Respecto a la forma del tronco a la edad de 32 meses y considerándose que las 42 mejores progenies fueron seleccionadas dentro del espaciamiento 3,0 x 1,0 m., para crecimiento en volumen, el coeficiente de heredabilidad fue mayor con el espaciamiento más amplio (0,45) que en el de 3,0 x 1,0 (0,10).

Para cada una de las características en las diferentes edades, se estimaron la variancia y la covarianza entre progenies, las debidas al error experimental y las fenotípicas, mismas que fueron utilizadas para estimar los coeficientes de correlación genética aditiva ( $r_G$ ) y fenotípica ( $r_F$ ), al nivel de medias de familias.

Es importante resaltar que en el presente caso y en función de que no se realizó la aleatorización completa para los dos espaciamientos probados (3,0 x 1,0 y 3,0 x 2,0 m), las correlaciones genéticas estimadas no pueden ser consideradas como puras, ya que ellas contienen tanto covarianzas genéticas como ambientales, sin que sea posible separarlas.

Ese hecho sugiere que las diferencias entre los coeficientes de heredabilidad frente a los dos espaciamientos y la presencia de mayor variabilidad genética entre progenies en el

espaciamiento más amplio, sean debidas a una respuesta diferencial de las progenies al espaciamiento, verificándose la influencia en el crecimiento y forma de los árboles y consecuentemente de la luz.

El coeficiente de heredabilidad para forma de tronco en el espaciamiento de 3,0 x 2,0 m, muestra claramente que la forma de los árboles de las progenies de **Eucalyptus saligna** Smith, estuvo sobre mayor control genético que en el espaciamiento menor. Por otro lado, la baja variabilidad genética de las progenies en el espaciamiento de 3,0 x 1,0 m y el consecuentemente menor coeficiente de heredabilidad, demuestran que cuando las progenies se encuentran bajo fuerte competencia, éstas muestran mayor efecto ambiental que genético.

Es importante resaltar que siendo *Eucalyptus saligna* Smith una especie exigente en cuanto a competencia, el espaciamiento menor podría estar disfrazando la expresión de la variación para forma de tronco de los árboles. Lo anterior se refuerza observándose el mayor error asociado a la varianza entre progenies que ocurrió en el espaciamiento mayor.

Considerando que la forma de tronco es citada como una característica con fuerte control genético y asociando este hecho a lo discutido anteriormente, debemos considerar que probablemente la heredabilidad real para esta característica, sea la presentada por el espaciamiento mayor, o un valor próximo a éste.

Las estimativas de heredabilidad de las características fueron obtenidas para cada espaciamiento y edad, sin separar la varianza de la interacción de progenies por espaciamientos de aquella debida a progenies, siendo por tanto, válidas solamente para las condiciones de la localidad donde las mismas fueron determinadas, conforme a lo indicado por ROBINSON & COCKERHAM (1965).

KAGEYAMA (1983) indica que el análisis de la evolución de los diferentes tipos de coeficientes de variación en función a, o con el transcurso de la edad, permite discutir más fundamentalmente la disminución de la heredabilidad.

Cuando se analiza el coeficiente de variación genética ( $CV_g$ ), se verifica que ese parámetro mantuvo la misma tendencia para todas las características de crecimiento, tanto entre las edades evaluadas como en los dos espaciamientos probados.

Los incrementos de los coeficientes de variación de las varianzas dentro de parcelas, genética y del error, aumentó el valor de la varianza fenotípica, que a su vez influyó en los valores decrecientes de la heredabilidad en función de la edad.

Esos hechos podrían ser explicados considerando la respuesta de **Eucalyptus saligna** Smith a la competencia entre las plantas y considerando lo apuntado por FRANKLIN (1979) de que, conforme la competencia entre las plantas aumenta, el coeficiente de heredabilidad disminuye, lo que sería explicado por el mayor aumento de la varianza dentro de parcelas en los dos espaciamientos, siendo más sobresaliente en el espaciamiento de 3,0 x 1,0 m.

El coeficiente de variación de la varianza fenotípica, de las características de crecimiento estudiadas, aumentó con la edad en ambos espaciamientos, hecho que fue verificado en los dos diseños utilizados, siendo siempre mayores los valores de esos coeficientes en el diseño de bloques al azar, que en el de látice cuando se comparan las mismas características y edades, lo que puede visualizarse mejor en la FIGURA 3.

El aumento de los coeficientes de variación de la varianza fenotípica, se puede explicar considerando el comportamiento de los coeficientes de variación de la varianza dentro de parcelas, los que presentaron la misma tendencia de aumentar con la edad y que fueron muy semejantes a aquellos presentados por los coeficientes de variación de la varianza fenotípica.

Debe destacarse que el mayor coeficiente de variación de la varianza dentro, que influyó notoriamente en el comportamiento de la heredabilidad de las progenies, pudo haber sido originado por la competencia dentro de las parcelas, la cual fué mayor en el espaciamiento de 3.0 X 1.0 m, desvirtuando más notoriamente la expresión de la heredabilidad en ese espaciamiento.

En el caso de la forma de tronco de los árboles, los coeficientes de variación de la varianza dentro de parcelas, de la varianza del error y de la varianza fenotípica, se presentaron valores semejantes en los dos espaciamientos, mientras que el coeficiente de variación para la varianza entre progenies, presentó una gran diferencia entre los dos espaciamientos considerados, siendo mayor en el de 3.0 X 2.0 m. Ese comportamiento refleja la diferencia existente en los valores de la varianza entre progenies y consecuentemente para la varianza genética aditiva presentada en ambos espaciamientos.

En el CUADRO 5 se pueden observar las estimativas de los coeficientes de heredabilidad y de variación genética y no genética en altura, diámetro, área basal y volumen, en la edad de 32 meses obtenidas de los análisis de varianza conjuntos.

**CUADRO 5. Estimativas de coeficientes de heredabilidad y de variación genética y no genética para las características estudiadas, obtenidas en los análisis conjuntos para espaciamientos a la edad de 32 meses.**

CARACTERÍSTICAS	PARÁMETROS	ESTIMATIVAS
Altura (m)	$h^2$	0.28
	$CV_g$	4.46
	$CV_d$	15.16
	$CV_e$	5.92'
	$CV_f$	16.88
	$CV_{exp}$	15.10
	Media	10.62
Diámetro (cm)	$h^2$	0.16
	$CV_g$	5.36
	$CV_d$	25.32
	$CV_e$	5.90
	$CV_f$	26.54
	$CV_{exp}$	18.97
	Media	7.65
Area basal (m <sup>2</sup> /árbol)	$h^2$	0.13
	$CV_g$	8.57
	$CV_d$	45.54
	$CV_e$	11.64
	$CV_f$	47.78
	$CV_{exp}$	32.10
	Media	0.00494
Volumen (m <sup>3</sup> /árbol)	$h^2$	0.14
	$CV_g$	10.76
	$CV_d$	52.78
	$CV_e$	17.51
	$CV_f$	56.64
	$CV_{exp}$	40.58
	Media	0.0561
Forma del tronco (notas)	$h^2$	0.31
	$CV_g$	5.77
	$CV_d$	18.66
	$CV_e$	7.19
	$CV_f$	20.89
	$CV_{exp}$	10.22
	Media	3.59

$h^2$  = coeficiente de heredabilidad en sentido restricto y al nivel de plantas individuales;  $CV_g$  = coeficiente de variación de la varianza entre progenies;  $CV_f$  = coeficiente de la varianza fenotípica;  $CV_d$  = coeficiente de variación de la varianza dentro de parcelas;  $CV_e$  =

coeficiente de variación de la varianza del error y  $CV_{exp}$  = coeficiente de variación experimental.

Los coeficientes de heredabilidad se presentaron como intermedios entre aquellos obtenidos para cada una de las características en los análisis individuales, para los dos espaciamientos en la edad considerada, excepto con el volumen y el área basal a la edad de 32 meses.

Es de señalarse que los coeficientes de heredabilidad obtenidos en los análisis conjuntos, estuvieron siempre más próximos de aquellos obtenidos en los análisis individuales para el espaciamiento mayor.

La heredabilidad a nivel de plantas obtenida en los análisis conjuntos, considerando los dos espaciamientos, se presentó con valores mayores para la altura, siguiéndole el área basal y el volumen.

La heredabilidad para forma de tronco de los árboles, a la edad de 32 meses, fué intermedia entre los valores obtenidos para los espaciamientos en los análisis individuales ya semejanza de las características de crecimiento, presentó un valor más próximo del obtenido para el espaciamiento de 3,0 x 2,0 m, mostrando la mayor influencia de ese espaciamiento sobre la característica evaluada.

### Correlaciones genéticas y fenotípicas

Las correlaciones genéticas aditivas ( $r_G$ ), al nivel de plantas, y las correlaciones fenotípicas ( $r_F$ ), al nivel de medias de familias, entre las características de crecimiento (altura, diámetro y volumen) estimadas para los dos espaciamientos probados, a la edad de 32 meses, pueden observarse en el CUADRO 6.

**CUADRO 6. Estimativas de correlaciones genéticas aditivas al nivel de plantas y fenotípicas al nivel de medias de familias entre: altura, diámetro y volumen cilíndrico para los dos espaciamientos, a la edad de 32 meses y los análisis de varianza en bloques al azar y en látice.**

Diseños Espaciamientos	Características Coeficientes	Bloques al azar		Látice	
		3.0 x 1.0	3.0 x 2.0	3.0 x 1.0	3.0 x 2.0
Altura x Diámetro	$r_G$	0.87**	0.92**	0.88**	0.92**
	$r_F$	0.89**	0.91**	0.89**	0.91**
Altura x Volumen	$r_G$	0.83**	1.01**	0.90**	0.93**
	$r_F$	0.86**	0.91**	0.87**	0.87**
Diámetro x Volumen	$r_G$	0.86**	0.93**	0.93**	0.94**
	$r_F$	0.93**	0.94**	0.95**	0.94**

$r_G$  = coeficiente de correlación genética aditiva al nivel de plantas;  $r_F$  = coeficiente de correlación fenotípica al nivel de medias de familias; \*\* significativo al nivel de 1 %

Las estimativas de correlaciones fenotípicas al nivel de medias de familias mostraron la misma tendencia que las correlaciones genéticas aditivas y valores muy semejantes en los

dos tipos de análisis efectuados, mostrando poca interferencia ambiental en el cambio de los dos tipos de correlaciones estudiados.

Las estimativas de las correlaciones gen éticas y fenotípicas no sólo difirieron substancialmente entre sí, sino también presentaron una tendencia semejante para los espaciamientos y aún, para los dos diseños estadísticos utilizados.

La altura de planta mostró altas correlaciones gen éticas aditivas y fenotípicas con el diámetro y el volumen. Ese hecho es de la mayor importancia para definir una estrategia de selección, ya que las características de altura y diámetro, como fue señalado por KAGEYAMA (1980), son las más fáciles de medir y su evaluación puede ser hecha con mayor precisión.

Considerándose que el área basal es función directa del diámetro y que consecuentemente las correlaciones de esas características serían muy semejantes, se optó por obtener correlaciones gen éticas y fenotípicas, solamente para el diámetro.

El volumen cilíndrico, característica que se compone de la altura y el diámetro y es grandemente influenciado por la sobrevivencia, se mostró, como se esperaba, altamente correlacionado con la altura y el diámetro.

Según KAGEYAMA (1980), si se atribuye un mayor peso en la selección a características altamente correlacionadas, la selección de una de ellas, resultará un avance significativo también para la otra característica. Por lo tanto, el conocimiento del grado de asociación entre características, se constituye desde el punto de vista gen ético, en una excelente herramienta para la planeación de las estrategias a ser utilizadas en un programa de mejoramiento.

Las correlaciones genéticas y fenotípicas entre ambientes y espaciamientos, en altura, diámetro y volumen, se muestran en el CUADRO 7.

**CUADRO 7. Correlaciones gen éticas y fenotípicas entre espaciamientos ala edad de 32 meses.**

EDAD	ESPACIAMIENTOS	ALTURA	DIÁMETRO	AREA BASAL	VOLUME CILINDRICO
32	3.0 X 1.0    3.0 X 2.0				
	rG	0.99**	0.92**	0.91**	0.95**
	rF	0.66**	0.56**	0.51**	0.53**

rG = coeficiente de correlación genética al nivel de plantas;

rF = coeficiente de correlación fenotípica al nivel de familias;

\*\*significativo al nivel del 1 %

Las correlaciones gen éticas aditivas entre espaciamientos, revelaron valores muy altos y próximos ala unidad.

Las correlaciones fenotípicas al nivel de medias de familias, mostraron valores mucho más bajos entre espaciamientos, lo que revela el efecto ambiental cuando la asociación es entre plantas de ambientes (parcelas) diferentes. Para las correlaciones fenotípicas entre edades, los valores fueron muy próximos a los de las correlaciones gen éticas, indicando un pequeño efecto ambiental.

BURDON (1977) comenta que las correlaciones genéticas generalmente han sido estimadas cuando ambas características fueron evaluadas sobre la misma planta. Esas correlaciones son denominadas por el autor como correlaciones tipo A. Cuando dos característicos son evaluados sobre individuos diferentes dentro de las entidades genéticas

bajo estudio se origina un caso especial de correlación genética entre ambientes, al cual el autor citado denomina como correlaciones genéticas tipo B.

El concepto de correlaciones genéticas entre ambientes presenta, según BURDON (1977), grandes ventajas para la investigación, ya que esa correlación está orientada hacia conocer el papel de los ambientes en la generación de las interacciones con el material genético bajo estudio. Ese concepto alternativo para el estudio de las interacciones deriva del comportamiento observado en los materiales genéticos en cada uno de los ambientes, siendo considerados como características diferentes.

Ese comportamiento relativo de los genotipos para la tasa de crecimiento en dos ambientes diferentes, por ejemplo, puede ser expresado como la correlación genética entre sus tasas de crecimiento, en cada uno de esos dos ambientes.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten las siguientes conclusiones:

-Los análisis de varianza conjuntos que incluyen los dos espaciamientos, revelaron variaciones genéticas entre progenies para todas las características y edades consideradas;

-Los coeficientes de variación genética y ambiental fueron poco significativos o permanecieron casi constantes de los 15 para los 32 meses de edad. El coeficiente de variación dentro de progenies y en consecuencia el coeficiente de variación fenotípica, presentó la tendencia de aumentar con la edad;

-Las estimativas de heredabilidad, en sentido restricto y al nivel de plantas en los análisis de varianza individuales, tuvieron una disminución de los 15 a los 32 meses de edad. Esos coeficientes mostraron la tendencia de presentar valores mayores en el espaciamiento de 3,0 x 2,0 m, siendo más expresiva esa diferencia para la forma del tronco;

-En los análisis conjuntos se observó la misma tendencia anterior, con valores para los coeficientes de heredabilidad y de variación genéticos y no genéticos, más próximos, de aquellos obtenidos para el espaciamiento mayor en los análisis individuales;

-Considerando que el espaciamiento más utilizado actualmente en Brasil es el de 3,0 x 2,0 m, es importante señalar que los valores para heredabilidad obtenidos para el mismo, presentaron el mayor valor para la forma del tronco (0.45), siguiéndole altura (0.28), diámetro (0.18), área basal (0.13) y volumen (0.13);

-Las correlaciones genéticas y fenotípicas entre las características de crecimiento (altura, diámetro y volumen), mostraron valores positivos y próximos a la unidad, tanto en los espaciamientos, como en las edades estudiadas, y también para los dos tipos de análisis efectuados.

## LITERATURA CITADA

ASSIS, T.F. et al. Teste de progenies de **Eucalyptus paniculata**. **Silvicultura**, São Paulo, 8 (28): 160-1, 1982.

ASSIS, T.F. et al. Teste de progenies de **Eucalyptus cloesiana**. **Silvicultura**, São Paulo, 8(28): 158-9, 1982.

BALLONI, E.A. & SIMÕES, J.W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **Série técnica. IPEF**, Piracicaba, 1 (3): 1-16, 1980.

- BOGYO, T.P. Coefficients of variation of heritability estimates obtained from variance analyses. **Biometrics**, Raleigh, 20: 123-9, 1964.
- BORGES, R.C.G. Estimativas de herdabilidades e correlações entre caracteres de crescimento em **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1980. 42p (Tesis de maestría).
- BURDON, R., 1977. Genetic correlation as a concept for study genotype-environment interaction in forest tree breeding. **Silvae genetica**, Frankfurt, 26 (5-6): 168-75, 1977.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. **Diseños experimentales**. México, Editorial Trillas, 1965. 661p.
- COELHO, A.S.R.; MELLO, H.A. & SIMÕES, J.W. Comportamento de espécies de eucalipto face ao espaçamento. **IPEF**, Piracicaba, (1): 29-55, 1970.
- COUTO, L. **Influencia do espaçamento no crescimento do *Eucalyptus urophylla* de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 1977. 54 p. (Tesis de maestría).
- DANIEL, P.W.; HELMS, U.E. & SAKER, E.S. **Principios de Silvicultura**. México, McGraw-Hill, 1982. 492 p.
- DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA. ESALQ/USP. **Processo para credenciamento das áreas de coleta de sementes do Horto de Itatinga, situado no município do mesmo nome, do Estado de São Paulo, pertencente a USP**. Piracicaba, 1979 (no publicado).
- DITLEVSEN, S. Genética cuantitativa: principios generales y su aplicación práctica en la mejora de árboles forestales. In: FAO/DANIDA **Mejora genética de árboles forestales: informe sobre el curso de capacitación sobre la mejora genética de árboles forestales**. Roma, FAO/DANIDA, 1980. p. 177-88.
- DUDLEY, J.W & MOLL, R.N. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. **Crop Science**, Madison, 9(3): 257-62, 1969.
- ELDRIDGE, K.G. Genetically improved Eucalyptus seed for Australian pulpwood forest. **Appita**. Melbourne 24: 105-9, 1971.
- ELDRIDGE, K.G. Genetic variation in the growth of **Eucalyptus regnans** from altitudinal transect of Mount Erica, Victoria. Canberra, **Forestry and Timber Bureau**, 1972. 71 p.
- ELDRIDGE, K.G. Genetic improvement of **Eucalyptus**. **Silvae genetica**, Frankfurt, 27(5): 205-9, 1978.
- FALCONER, D.S. **Introducción a la Genética Cuantitativa**. México, Ed. CECSA, 1983. 430p.

- FONSECA, S.M. Estimaco e interpretao dos componentes da variao total em experimentos de melhoramento florestal. In: **Curso Prticas Experimentais em Silvicultura**. Piracicaba, IPEF, 1979. p.H<sub>1</sub>:H<sub>20</sub>.
- FRANKLIN, E.C. Model relating levels of genetic variance to stand development of North American Conifers. **Silvae genetica**, Frankfurt, 28(5/6): 207-12, 1979.
- KAGEYAMA, P .Y. **Variao gentica ern urna populao de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. ESALQ/USP, Piracicaba, 1980. 125 p. (Tese -Doutoramento -ESALQ).
- KAGEYAMA, P.Y. **Seleo precoce a diferentes idades ern progenies de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. Piracicaba, 1983.147 p. (Tese- Livre Docencia -ESALQ).
- KEDHARNATH, S. & VAKSHASYA, R.R. Estimatives of components of variance, hereditability and correlations among some growth pararneters in ***Eucalyptus tereticornis***. In: World Consultation of Forest Tree Breeding, 3, Canberra. **Proceedings**, Roma, FAO, 1977. p.21-6.
- NAMKOONG, G. Inbreeding effects on estimation of genetic additive variance. **Forest science**, Washington, 12(1): 8-13, 1966.
- PINTO, J.E. **Variabilidade gentica em prognies de uma populao de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha Flores - Indonsia**. Piracicaba, 1984. 166p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- PIRES, I.E. **Variabilidade gentica em progenies de uma populao de *Algaroba, Prosopis juliflora* (SW.) DC - da regio de Soledade, Paraba**. Piracicaba, 1984, 94p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- ROSINSON, H.F. & COCKERHAM, C.C. Estimacin y significacin de los parmetros genticos. **Fitotecnia Latinoamericana**, Caracas, 2: 23-38, 1965.
- SQUILLACE, A.E.; SINGHAN, R.T.; NAMKOONG, G. & ROSINSON, N.F. Heritability of juvenile growth rate and expected gain from selection in western white pine. **Silvae genetica**, Frankfurt, 16(1): 1-6, 1967.
- VAN WYK, G. Early growth results in a diallel progeny test of ***Eucalyptus grandis***. **Silvae genetica**, Frankfurt, 25: 126-32, 1976.
- VAN WYK, G. Progress with the ***Eucalyptus grandis*** breeding programm in the Republic of South Africa. In: World Consultation on Forest Tree Breeding, 3, Canberra, 1978. **Proceedings**, 1978. 5p.
- VENCOVSKY, R. Herana quantitativa. In: PATERNIANI, E. (coord.). **Melhoramento de milho no Brasil**. Piracicaba, Fundao Cargil, 1978. p. 122-99.
- ZOBEL, B. & TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. NewYork, John Wiley, 1984. 505p.

Trabalho recebido = 08/02/1993

Trabalho aceito = 30/03/1994