

IPEF, n.39, p.5-16, ago.1988

INTERAÇÃO GENÓTIPO X ESPAÇAMENTO EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus saligna* SMITH

FERNANDO PATIÑO VALERA
CIFTROH-INIFAP A.P. 600 CAMPECHE, CAMPECHE, MÉXICO

PAULO YOSHIO KAGEYAMA
ESALQ-USP, Depto. de Ciências Florestais
13400 - Piracicaba - SP

ABSTRACT - This paper is a part of a study of the genetic variation in open pollinated progenies of *Eucalyptus saligna* Smith produced from seeds collected from 169 mother-trees growing in the Seed Collection Area in the Forestry Park of Itatinga, State of Sao Paulo, Brazil. At the age of 17 months, a mechanical thinning was made with the main objective of obtaining the two spacing to be tested (3.0 x 1.0 m and 3.0 x 2.0 m, with 9 and 5 plants per plot, respectively), and for evaluating the spacing x genotype interaction. The two spacing resulted from the thinning operations were considered to be two different trials. The evaluation of the trials was conducted at the ages of 15, 26, and 32 months, for height growth, diameter growth, basal area, and cylindrical volume. The results obtained at 32 months revealed considerable genetic variation for all growth characteristics studied, at all ages and spacing considered. The joint analysis for spacing showed genetic variation among progenies for all growth characteristics and stem form. The interaction between progenies and spacing showed very low F values for all characteristics. However, when the joint analysis was split, the results showed significant values at the 1% level for the progenies within the spacing, for all characteristics, except volume at the 3.0 x 1.0 m spacing. The F values obtained were more expressive for all characteristics in the wider spacing.

RESUMO - O presente trabalho é parte de um estudo da variação genética em progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus saligna* Smith, produzidas a partir de sementes colhidas de 169 árvores matrizes crescendo na Área de Coleta de Sementes do Horto Florestal de Itatinga, São Paulo, Aos 17 meses de idade, e visando quantificar a interação genótipo x espaçamento, foram aplicados desbastes mecânicos na metade de cada uma das parcelas do ensaio, para se obter os dois espaçamentos a testar, 3,0 x 1,0 e 3,0 x 2,0 m, nos quais ficaram parcelas com 9 e 5 plantas, respectivamente. Os dois espaçamentos foram considerados como sendo dois experimentos diferentes. A avaliação dos testes foi realizada nas idades de 15, 26 e 32 meses para as características de altura, diâmetro, área basal e volume cilíndrico das plantas. Os resultados obtidos revelaram variações genéticas significativas entre progênies para todas as características, em todas as idades e espaçamentos. Nas análises da variância conjuntas, as características de crescimento e a forma do tronco apresentaram variações genéticas significativas. A interação progênies x espaçamento mostrou valores de F bem pouco expressivos para todas as características. No entanto, quando foi feito o desdobramento da interação, os resultados obtidos mostraram, para progênies dentro dos espaçamentos, valores de F significativos ao nível de 1% para todos os casos, exceto para volume cilíndrico no espaçamento menor. A tendência dos

valores de F assim obtidos mostrou a maior expressividade das progênies dentro do espaçamento mais amplo.

INTRODUÇÃO

A moderna silvicultura baseia-se no cultivo intensivo de povoamentos estabelecidos a partir, principalmente, de espécies exóticas, destacando-se as dos gêneros **Eucalyptus** e **Pinus**, objetivando a produção racional e organizada dessas florestas implantadas, para se obter a máxima produção sustentada de madeira e outros produtos, da maior qualidade e aos custos os mais baixos possíveis.

Dentre as espécies de **Eucalyptus** mais amplamente utilizadas no Brasil destacam-se **E. grandis** Hill ex Maiden, **E. saligna** Smith e **E. urophylla** E. T. Blake, espécies que apresentam uma grande potencialidade quando considerada sua adaptação a diversas condições e a sua produtividade.

O **E. saligna** Smith tem sido pouco estudado do ponto de vista genético e portanto, considerou-se muito importante conhecer o potencial genético da população base de Itatinga - São Paulo, que tem produzido grande parte das sementes comerciais da espécie utilizadas no Brasil, sobretudo o seu comportamento em face de um dos tratamentos silviculturais mais importantes, o espaçamento.

A pesquisa em silvicultura e em melhoramento florestal tradicionalmente tem sido conduzida separadamente, porém, considerando os avanços obtidos em ambas as especialidades, na atualidade, com técnicas silviculturais sofisticadas e a utilização de multipopulações dentro dos programas de melhoramento, é muito importante integrá-las para que em forma conjunta sejam determinados os melhores genótipos para cada sistema de manejo e para cada um dos "sites" onde serão estabelecidos os Povoamentos, incrementando-se nessa forma a sua produtividade.

O presente trabalho envolve dois assuntos por demais complexos e amplos: progênies espaçamentos, visando conhecer a interação entre ambos, tendo por objetivo quantificar a interação genótipo x espaçamento para progênies de **Eucalyptus saligna** Smith.

REVISÃO DE LITERATURA

O espaçamento tem influência sobre as características de crescimento e, conseqüentemente, sobre a produção em volume, a idade de corte e as práticas culturais a serem aplicadas nos povoamentos; o espaçamento também será função do "site", da espécie, e possivelmente da qualidade genética do material reprodutivo a ser utilizado (SILVA, 1984).

BALLONI & SIMOES (1980) relatam que a escolha do espaçamento de plantio na maioria dos planejamentos florestais tem se fundamentado simplesmente no uso final da madeira, ignorando-se outros fatores ecológicos e/ou silviculturais de suma importância. DANIEL et alii (1982) comentam que a competição por luz, umidade e nutrientes depende grandemente da quantidade de troncos por unidade de área. A combinação de fatores do meio ambiente e genéticos faz com que o desenvolvimento das copas seja bastante intenso, promovendo a competição; em povoamentos equianos, a competição entre as copas é mais intensa do que a competição entre as raízes.

GUIMARAES (1965), para o **Eucalyptus saligna** Smith à idade de 8 anos, e BALLONI & SIMÕES (1980), para a mesma espécie a uma idade de 6 anos e 2 meses, verificaram a tendência para se aumentar a mortalidade das árvores e a percentagem de dominadas em espaçamentos mais apertados, quando comparada com o *Eucalyptus grandis* ex Maiden, o que mostra claramente que o plantio de **E. saligna** Smith, em espaçamentos apertados, deve ser encarado com cautela para rotações convencionais de 6 ou 7 anos.

BALLONI & SIMÕES (1980) e KAGEYAMA (1986) ressaltaram a existência de inúmeras diferenças com relação à influência do espaçamento sobre o crescimento em altura das árvores, indicando casos onde a altura média aumenta com o espaçamento, e outros onde o resultado é inverso, afirmando que nos espaçamentos muito fechados, a altura média diminui, em função do grande número de árvores dominadas.

MESKIMEN & FRANKLIN (1978) verificaram a não existência de diferenças na altura média de **E. grandis** Hill ex Maiden de 7 anos e 3 meses de idade, enquanto que o diâmetro foi diretamente influenciado pela redução do espaçamento. Por sua vez, PEREIRA et alii (1982) verificaram para a mesma espécie que a altura do povoamento foi influenciada pelo número de plantas por hectare. COUTO (1977), em estudo de 5 diferentes espaçamentos para **E. urophylla** S. T. Blake até a idade de 7 anos e 9 meses, verificou que a altura média e o diâmetro médio do povoamento aumentaram com o aumento do espaçamento. BALLONI & SIMQES (1980) verificaram uma tendência para diminuir a altura média das árvores de **E. grandis** Hill ex Maiden, e de **E. saligna** Smith, a medida que se diminuía o espaçamento.

REZENDE et alii (1980), num experimento sobre espaçamentos para **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden procedência Zimbabwe e **E. saligna** Smith procedência Itatinga, concluíram que o maior crescimento volumétrico foi obtido nos menores espaçamentos; para o **E. saligna** Smith o espaçamento afetou o crescimento em volume e diâmetro, não afetando as alturas. COELHO et alii (1970), em experimento conduzido com 4 espécies, 2 espaçamentos e 4 épocas de corte, encontraram que os espaçamentos tiveram ação positiva sobre o crescimento das árvores de várias espécies, não influenciando, porém, o crescimento em altura para **Eucalyptus saligna** Smith, **E. alba** Reinw, e **E. propinqua** Deane. GUIMARÃES (1960), para **Eucalyptus saligna** Smith, COUTO (1977) para o **E. urophylla** S.T. Blake, e MESKIMEN & FRANKLIN (1978) para o **E. grandis** Hill ex Maiden, verificaram que a área basal média e conseqüentemente o volume médio por hectare diminuíram com o aumento do espaçamento. BALLONI & SIMÕES (1980) afirmam que os povoamentos mais densos produzem maior volume de madeira que aqueles menos densos, e que os espaçamentos maiores produzem um número maior de árvores com maior volume individual. Os autores salientam que, ainda que nos povoamentos com maior número de árvores a produção volumétrica total seja maior, o volume útil pode não sofrer alterações, produzindo-se maior quantidade de materiais finos.

O homem produz mudanças drásticas, tanto na estrutura genética quanto no ambiente dos povoamentos florestais, quando utiliza materiais melhorados ou de gerações avançadas de melhoramento e práticas intensivas de manejo florestal. O ambiente pode ser mudado durante o cultivo das essências florestais com adubações, irrigações, podas, desbastes, capinas ou quando são adotados espaçamentos diferentes, além de outros tratamentos culturais que influem diretamente no solo e no crescimento das árvores. Portanto, deve-se considerar a possibilidade de que os fenótipos dessas árvores sejam influenciados positiva ou negativamente pelo ambiente e ocorram interações de genótipos x ambientes .

SHELBOURNE (1972) define a interação genótipo x ambiente como a variação entre genótipos em sua resposta a diferentes condições ambientais. Por sua vez, MATHESON (1978) indica que a interação genótipo x ambiente é a atuação conjunta dos genótipos e dos ambientes. Da mesma forma, QUIJADA (1980) define a interação genótipo x ambiente como sendo a falta de uniformidade na resposta de dois ou mais grupos de plantas em dois ou mais ambientes .

Existem caracteres que não sofrem grandes alterações com as variações ambientais, porém, os caracteres de maior interesse econômico geralmente são quantitativos e, portanto, pequenas variações no ambiente são suficientes para provocar modificações fenotípicas significativas, como seriam os casos da produção, altura, diâmetro, etc., nas espécies florestais.

Os experimentos com espécies florestais usando o espaçamento como um fator de interação com o genótipo são raros na literatura, muito embora, como já salientado, os efeitos do espaçamento influam no crescimento das espécies florestais e na produtividade dos povoamentos, e tendo uma grande importância nos aspectos tecnológicos e econômicos da madeira produzida. Mathieu (1967), citado por MORGENSTERN (1982), estudou os efeitos de dois espaçamentos (0,3 x 0,3 e 1,0 x 1,0m) em procedências de **Pinus sylvestris** L., avaliando as características de sobrevivência, altura, diâmetro, forma do tronco e hábito de ramificação, encontrando significância somente para a interação relativa à sobrevivência.

CAMPBELL & WILSON (1973), citando Allard Bradshaw (1964), indicam que as interações genótipos x espaçamento são problemas para o melhorista, devido a que as interações podem camuflar os valores dos genótipos .Nesses casos, o aspecto importante das interações é o tamanho relativo desses efeitos Evans et alii (1966), citados por CAMPBELL & WILSON (1973), propõem que as interações estatisticamente significativas podem ser uma expressão: (a) das mudanças no nível dos genótipos sobre diferentes espaçamentos, ou (b) das mudanças na variância entre genótipos a diferentes espaçamentos, ou (c) de uma combinação de mudanças em níveis e variância, CAMPBELL & WILSON (1973) trabalharam com 30 famílias de irmãos germanos de **Pseudotsuga menziesii** (Mirb) Franco, encontrando interações progênies x espaçamento para as características altura e índice de volume.

FRIES (1984) estudou a interação genótipo x espaçamento em **Pinus sylvestris** L, utilizando mudas produzidas a partir de sementes e de clones enxertados, visando detectar a ocorrência de interações competitivas entre elas. O autor encontrou interações entre O espaçamento e o grau de variação genética mas, para o caso de interação genótipo x espaçamento, não foi detectado nenhum grau de significância.

NAMKOONG (1966), SHELBOURNE (1972), KAGEYAMA (1980), KANG (1980), NAMKOONG et alii (1980) e TALBERT (1980), salientaram a importância da interação genótipo x ambiente no melhoramento florestal, indicando que a mesma afeta a estratégia dos programas da seleção. Por sua vez, NAMKOONG et alii (1980) mostraram que, em função dos objetivos do melhoramento, a seleção pode favorecer genótipos amplamente adaptados ou que respondem particularmente bem em ambientes específicos.

Segundo MATHESON & RAYMOND (1984 b), a interação genótipo x ambiente é causada pelo desviados valores genotípicos individuais em um "site" a partir dos efeitos aditivos dos genótipos e dos ambientes. os desvios podem surgir devido às mudanças no comportamento dos genótipos entre "sites" ou devido à variação na expressão do comportamento dos genes que controlam essa característica.

Para a detecção das interações genótipo-ambiente tem sido desenvolvida uma grande variedade de técnicas estatísticas. Os objetivos a serem atingidos voltam-se à descoberta de quais ambientes e quais genótipos causam a maior parte de variância da interação, e à caracterização dos genótipos quanto a sua estabilidade.

VENCOVSKY (1978) destaca a grande importância do fenômeno da interação de tratamentos com ambientes para o melhoramento e salienta, citando Allard (1971), que a magnitude da interação depende muito do material ensaiado e também das condições ambientais onde o mesmo é colocado. Segundo o autor, do ponto de vista do melhoramento, o fato da interação genótipo x ambiente ser significativa não esclarece a situação, sendo preciso levar o estudo mais adiante. De fato, continua o autor, pode-se mostrar que a interação é composta de duas partes, a saber: (a) uma, devida à diferença na variabilidade genética do material, dentro dos ambientes; (b) a segunda, advinda da falta de correlação entre o material de um ambiente para outro, no caso representado por $1 - r_{12}$. O importante é se notar que a segunda parte é a mais importante da interação, pois uma correlação baixa pode significar que o material superior num ambiente pode não sê-lo no outro. VENCOVSKY (1978) ainda salienta a importância de se perceber que a interação pode existir com alta correlação entre ambientes.

É importante salientar que os genótipos podem apresentar interações tanto para os parâmetros do crescimento quanto para as características que definem a qualidade da madeira. As propriedades da madeira que influem na sua qualidade podem, às vezes, apresentar maiores interações do que as características de crescimento (ZOBEL & TALBERT, 1984).

Segundo KAGEYAMA (1980) e ZOBEL & TALBERT (1984), os testes de progênies instalados tanto a partir de sementes de polinização livre como de cruzamentos controlados, têm sido importantes na determinação do valor reprodutivo das árvores selecionadas, permitindo a estimativa dos parâmetros genéticos, possibilitando, assim, a seleção de novos indivíduos superiores.

MATERIAL E MÉTODOS

a) Instalação do Ensaio de Progênies

AS 169 progênies testadas, produto de polinização livre, foram obtidas de árvores tomadas ao acaso na Área de Coleta de Sementes de **Eucalyptus saligna** Smith, no Horto de Itatinga, localizado no município de Itatinga, São Paulo, na latitude de 23° 10' S e 48° 40' de longitude a Oeste de Greenwich, a uma altitude de 857 m. O clima da região, segundo Köppen, citado pelo Departamento de Silvicultura da ESALQ/USP (1979), é um CWa, com temperatura média anual de 21°C e uma precipitação anual de 1296 mm. Na área predominam solos Latossóis e Podzóis e o relevo é suave e ondulado.

O experimento foi instalado no Parque Florestal Guarujá, propriedade da Companhia Reflorestadora Nacional (CIRENA) do grupo RIPASA, no município de Avaré, São Paulo, na latitude de 23° 11' S e na longitude de 48° 47' ao Oeste de Greenwich, a uma altitude de 660 m. Na área ocorre um clima CWa, segundo Köppen, com temperatura média anual de 23,5°C e precipitação anual de 1300 mm.

O preparo do solo foi feito com grade "Bending", fazendo um camaleão sobre o qual foram plantadas as mudas. Na data do plantio foram aplicadas, em sulco, 100 g por planta de fertilizante da fórmula 6-30-6. O espaçamento inicial do teste foi de 3,0 x 1,0 m

entre fileiras e entre plantas da mesma fileira, respectivamente. Durante os primeiros 18 meses de crescimento das plantas foram aplicadas quatro capinas manuais e uma mecânica, objetivando-se eliminar a competição das ervas daninhas com as plantas das progênies.

O delineamento utilizado para o teste foi um látice quádruplo 13 x 13, segundo COCHRAN & COX (1965). As parcelas experimentais foram lineares e constituídas originalmente por 20 plantas, as quais representaram uma progênie. O teste foi circundado por uma bordadura dupla com as mesmas progênies misturadas.

À idade de 17 meses foram aplicados desbastes mecânicos na mesma metade das parcelas das diferentes repetições, visando facilitar a operação e evitar que parcelas com diferentes espaçamentos ficassem lado alado. O desbaste permitiu obter dentro de cada uma das parcelas os dois espaçamentos testados: 3,0 x 1,0 m e 3,0 x 2,0 m. Como não foi efetuada a casualização das parcelas com espaçamento 3,0 x 1,0 e 3,0 x 2,0 m dentro da parcela original, devido às dificuldades de operacionalização e mesmo para se evitar o efeito de um espaçamento sobre o outro, optou-se pela análise na forma de dois experimentos diferentes, referentes aos dois espaçamentos.

b) Avaliação dos Ensaios e Análise Estatística

Os ensaios foram avaliados no campo nas idades de 15 (antes do desbaste), 26 e 32 meses, obtendo-se dados de crescimento em altura e diâmetro (DAP); sobrevivência de plantas e, na última avaliação, foi obtida a forma do tronco das 42 melhores progênies nas quatro repetições. Aos 17 meses de idade, foram colhidas amostras da madeira das árvores derrubadas para avaliar a densidade básica.

Foram utilizados os esquemas de látice e blocos ao acaso, tanto para a comparação de médias de tratamentos quanto para estimar os componentes da variância. Foram realizadas análises da variância Individuais para os dados de altura total, diâmetro a altura do peito (DAP), área basal e volume cilíndrico, para cada um dos espaçamentos adotados, segundo o esquema para o delineamento em látice proposto por COCHRAN & COX (1965). As análises da variância conjuntas para espaçamentos e idades foram efetuadas para as 169 progênies, utilizando, segundo COCHRAN & COX (1965), os totais de tratamentos ajustados das análises individuais em látice. O erro utilizado nessas análises foi o erro médio entre os erros efetivos das análises consideradas.

A análise da covariância entre pares de idades, para uma determinada característica e espaçamento, possibilitou a obtenção de parâmetros que quantificam a associação entre diferentes idades, sendo importante para o conhecimento do desenvolvimento das plantas em função da idade. A determinação dos produtos médios (PM) a partir da análise da variância foi efetuada através do método proposto por Kempthorne (1966), citado por GERALDI (1977). Da mesma forma, a análise da covariância foi também aplicada entre pares de características de crescimento para cada espaçamento e idade.

A quantificação da associação entre as médias das progênies nos dois espaçamentos testados foi obtida utilizando-se o "coeficiente de correlação de Spearman" (rs) e a sua significância foi aferida pelo teste t .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Crescimento das Progênies

As médias gerais de sobrevivência e de crescimento em altura, diâmetro, área basal e volume cilíndrico para as progênies de **Eucalyptus saligna** Smith são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 - Médias gerais das características nos dois espaçamentos e nas três idades estudadas.

Espaçamento (m) Idade (meses)	3,0 x 1,0			3,0 x 2,0	
	15	26	32	26	32
Características					
Altura (m)	6,98	10,18	10,71	9,78	10,53
Diâmetro (cm)	5,43	6,69	7,36	7,03	7,94
Volume Cilíndrico (m ³ /árvore)	0,0180	0,0406	0,0524	0,0432	0,0598
Sobrevivência	97,8	96,71	96,01	99,20	98,40

A evolução das características de crescimento estudadas, envolvendo os dois espaçamentos e as idades consideradas, pode ser observada na Figura 1.

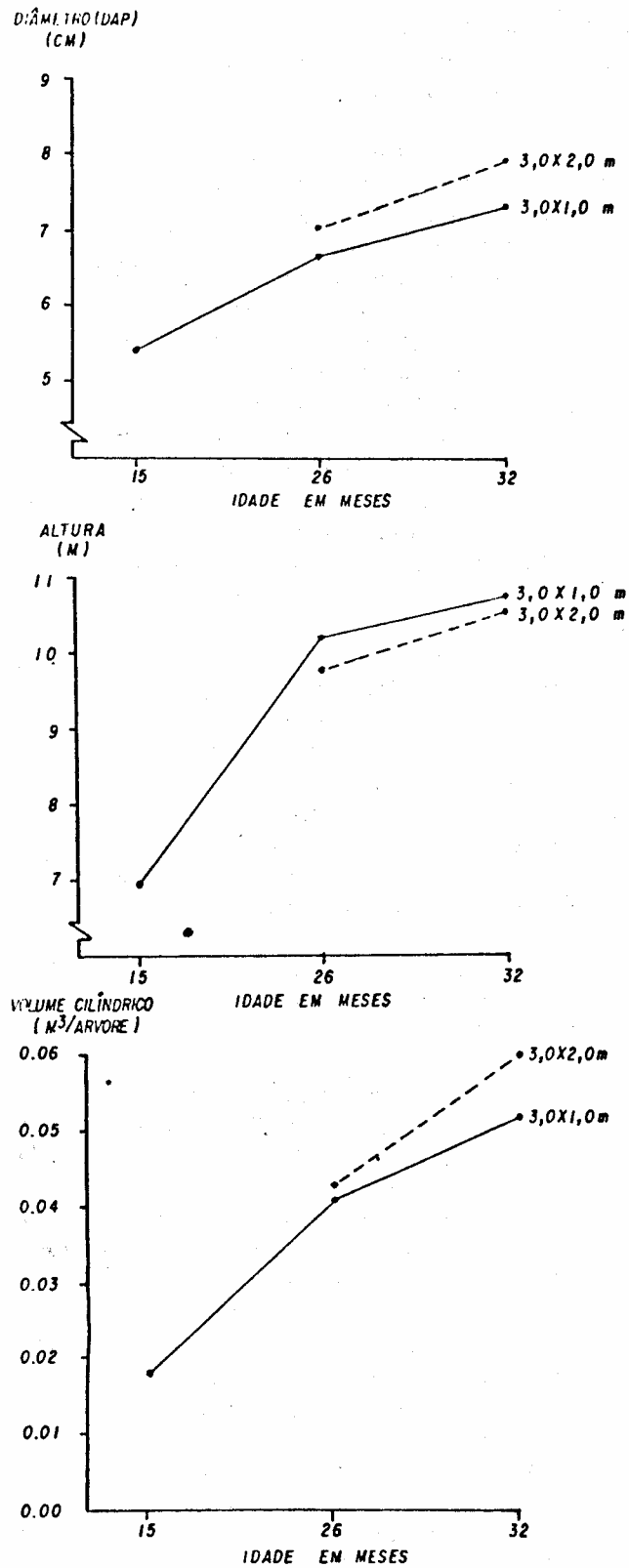


Figura 1 - Evolução do crescimento em altura, diâmetro e Volume Cilíndrico das progênies em função da idade e do espaçamento

Os dados de sobrevivência dos ensaios revelaram valores altos para a maioria das progênies testadas, nas diferentes idades e espaçamentos. No espaçamento menor, além da mortalidade natural atribuída a fatores aleatórios, houve também uma mortalidade adicional proveniente da competição entre as árvores, a partir da plena ocupação da área disponível para o crescimento.

Os resultados do decorrente trabalho são concordantes com aqueles obtidos por vários autores, dentre eles: GUIMARAES (1965) para o **E. saligna** Smith; BALLONI & SIMDES (1980) para o **E. saligna** Smith, quando comparado com o **E. grandis** Hill ex Maiden; COUTO (1977) para o **E. urophylla** S. T. Blake, espécies que, no geral, apresentam a tendência de que quanto mais apertada é a distância do plantio, maior é a eliminação de indivíduos, motivada pela concorrência mais acirrada entre as árvores.

As progênies revelaram um crescimento em altura bastante vigoroso em ambos os espaçamentos, embora tenha sido mais expressivo no espaçamento menor. Essa resposta pode ser devida aos efeitos do desbaste efetuado aos 17 meses de idade, o qual pode ter afetado a altura média do povoamento. Segundo Johnston et alii, citados por COUTO (1977), a altura média é muito sensível a qualquer forma de desbaste ou mortalidade natural, o que geralmente tende a eliminar as árvores menores no povoamento. Considerando-se os incrementos de crescimento nos últimos 6 meses percebe-se que o incremento em altura foi maior no espaçamento mais amplo. Esses fatos sugerem que a altura média esteja sendo cada vez mais influenciada pelo espaçamento mais amplo, concordando com os resultados obtidos por diversos autores, em que maiores valores para altura média dos povoamentos correspondem aos espaçamentos mais amplos.

KAGEYAMA (1986) aponta a heterogeneidade das respostas das espécies de **Eucalyptus** face ao espaçamento, assinalando uma ampla gama de resultados e verificando a existência de uma tendência para a classificação das espécies quanto a sua resposta a maior ou menor quantidade de luz. Assim, GUIMARAES (1960) para **Eucalyptus saligna** Smith, COELHO et alii (1970) para **E. grandis** Hill ex Maiden, BALLONI & SIMDES (1980) para **E. saligna** Smith e **E. grandis** Hill ex Maiden, e SIMDES & SPINA-FRANÇA (1983) para **E. saligna** Smith, **E. grandis** Hill ex Maiden, **E. urophylla** S. T. Blake verificaram a tendência das espécies de incremento da altura média das árvores conforme o aumento do espaçamento. Por sua vez, COELHO et alii (1970) para **E. saligna** Smith, **E. alba** Reinw, e **E. propinqua** Deane ex Maiden, MESKIMEN & FRANKLIN (1978) para **E. grandis** Hill ex Maiden, e REZENDE et alii (1980) para **E. saligna** Smith e **E. grandis** Hill ex Maiden verificaram que não houve diferenças na altura média das árvores, nos espaçamentos testados, embora os autores relatem que os espaçamentos influíram positivamente no crescimento em diâmetro. FISHWICK (1976) ressaltou o fato de que, em sítios de boa qualidade, o espaçamento tem pouca influência sobre as alturas médias principais, ainda que muitas pesquisas indiquem leves aumentos em altura com espaçamentos crescentes .

O crescimento em diâmetro seguiu a mesma tendência de crescimento em altura das plantas. Os resultados obtidos para comportamento do diâmetro concordam com os reportados por vários autores, tais como os de GUIMARÃES (1960), REZENDE et alii (1980), COELHO et alii (1970), SIMÕES & SPINA-FRANÇA (1983), os quais verificaram que espaçamentos mais amplos correspondem a diâmetros médios maiores.

Os volumes individuais médios, expressos como volume médio por hectare, foram calculados para as idades de 15, 26 e 32 meses, no espaçamento de 3,0 x 1,0m, onde atingiram valores de 59, 89 m³/ha, 135,42 m³/ha e 174,62 m³/ha, respectivamente, e de

72,03 m³/ha e 99,72 m³/ha para as idades de 26 e 32 meses, respectivamente, no espaçamento de 3,0 x 2,0 m .

Os resultados obtidos confirmam aqueles reportados por vários autores, entre os quais salientam-se: GUIMARAES (1960), COUTO (1977), MESKIMEN & FRANKLIN (1978) e BALLONI & SIMQES (1980), que verificaram generalizadamente que em espaçamentos mais apertados e, conseqüentemente, com maior número de árvores por hectare, o Incremento em volume médio por hectare foi maior do que aquele produzido nos espaçamentos mais amplos.

b) Resultados das Análises da Variância individuais

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das análises da variância individuais para as características estudadas, envolvendo a altura, o diâmetro e o volume cilíndrico, nas três idades avaliadas e nos dois espaçamentos testados.

Os valores de F, tanto para as análises da variância em látice como para as de blocos ao acaso, não apresentaram nenhuma tendência definida de variação com a idade ou com o espaçamento. As variações genéticas, detectadas pelas análises da variância individuais, mostraram uma certa homogeneidade entre espaçamentos e entre idades dentro dos espaçamentos, nos dois delineamentos considerados. As variáveis forma das árvores e altura de plantas foram as que revelaram maiores valores de F para as progênies, vindo a seguir o diâmetro, a área basal, o volume e a sobrevivência.

Características	Idade (meses)	Espaçamento de 3,0 x 1,0 m						Espaçamento de 3,0 x 2,0 m					
		Média	CV(%) exp Látice	CV(%) exp BAA	Látice (%)	F prog Látice	F prog BAA	Média	CV(%) exp Látice	CV(%) exp BAA	Látice (%)	F prog Látice	F prog BAA
Altura (m)	15	6,98	6,53	10,41	125,74	2,34**	2,02**	-	-	-	-	-	-
	26	10,18	7,77	11,26	126,56	1,91**	1,74**	9,78	8,97	13,12	115,37	2,03**	1,85
	32	10,71	7,74	10,86	116,74	1,97**	1,81**	10,53	9,11	13,13	109,04	2,04**	1,90**
Diâmetro (cm)	15	5,43	8,16	13,10	145,37	2,13**	1,77**	-	-	-	-	-	-
	26	6,69	9,42	13,97	133,39	1,80**	1,65**	7,03	11,90	16,75	118,40	1,84	1,67**
	32	7,36	9,82	14,58	131,54	1,82**	1,67**	7,94	12,57	17,49	115,04	1,80**	1,68
Volume cilíndrico (m ³ /árvore)	15	0,01797	17,77	28,92	161,41	2,10**	1,66**	-	-	-	-	-	-
	26	0,04063	22,97	32,58	132,14	1,59**	1,52**	0,04321	28,81	38,56	125,67	1,57**	1,42*
	32	0,05239	23,09	32,21	127,75	1,56**	1,52**	0,05982	29,28	37,85	119,29	1,49**	1,40*
Sobrevivência (%)	32	96,01	11,27	13,93	100,11	1,53**	1,53**	98,40	8,61	9,20	100,00	1,14ns	1,14ns
Forma do tronco		3,53	-	9,77	-	-	1,44ns	3,65	-	10,65	-	-	2,66**

CV_{exp} Látice é o coeficiente de variação experimental para o Látice; CV_{exp}BAA é o coeficiente de variação experimental para o delineamento em blocos ao acaso; E Látice (%) é a eficiência do látice em porcentagem; F_{prog} Látice é o valor de F para as progênies obtidas no delineamento em Látice utilizando-se o erro efetivo; F_{prog}BAA é o valor de F para as progênies obtidas através do delineamento em blocos ao acaso; ns - não significativo; * significativo ao nível de 5%; ** significativo ao nível de 1%.

Quando comparados os delineamentos em látice e em blocos ao acaso, verificou-se uma tendência de valores maiores de F no delineamento em látice. Esse fato concorda com o salientado por DUNDLEY & MOLL (1969), sobre a maior sensibilidade do delineamento em látice para a comparação de médias. Para o caso da sobrevivência, os valores de F apresentaram-se iguais em ambos os delineamentos, sendo que esses valores foram mais expressivos no espaçamento mais apertado, podendo ser um reflexo da maior mortalidade nesse espaçamento .

As eficiências dos látices para as características de crescimento foram maiores do que 115% em todos os casos, exceto para altura de plantas no espaçamento 3,0 x 2,0 m onde foi obtido um valor de 109%; para sobrevivência, foram obtidas eficiências dos látices de 100% em ambos os espaçamentos. Considerou-se, portanto, concordando com SNYOER (1966) e MIRANO FILHO (1978), que esses valores das eficiências dos látices justificaram plenamente a utilização do referido delineamento para análise dos dados dos testes de progênies de **Eucalyptus saligna** Smith .

Os diferentes comportamentos dos tratamentos nos dois espaçamentos podem ser interpretados como uma expressão diferencial dos materiais genéticos de espaçamento para espaçamento, o que se refletiria na interação genótipo x espaçamento, ou podem também ser interpretados em função da variação do erro experimental entre os dois espaçamentos.

A altura e o diâmetro revelaram os valores mais baixos para os coeficientes de variação nas análises da variância, mostrando, portanto, maior precisão experimental. Considerando a totalidade dos coeficientes de variação experimentais das análises da variância realizadas, pode-se afirmar que para todas as características estudadas existiu uma boa eficiência estatística.

As análises da variância individuais para forma do tronco, nos dois espaçamentos testados, revelaram variações genéticas significativas ao nível de 1% para as progênies crescendo no espaçamento maior, a julgar pelo valor de F obtido; para o espaçamento menor, não foi detectada variação genética significativa. Isso sugere que o espaçamento mais amplo permitiu maior expressão de diferenças entre médias de progênies.

c) Resultados das Análises de Variância Conjuntas para as Características de Crescimento e Forma do Tronco Envolvendo os Espaçamentos Testados e as Idades Avaliadas

Os resultados das análises da variância conjuntas envolvendo os dois espaçamentos, para as características de altura, diâmetro (DAP), área basal e volume cilíndrico, para as idades de 26 a 32 meses, são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 - Resultados das análises da variância conjuntas para as características de crescimento e forma do tronco, para os dois espaçamentos nas idades de 26 e 32 meses.

Características	Idade Meses	Médias Gerais	F prog	F esp	F prog x esp	CV exp (%)
Altura (m)	26	9,98	3,16**	2,51**	0,80ns	14,88
	32	10,62	3,30**	0,42ns	0,72ns	15,10
Diâmetro (cm)	26	6,86	2,72**	2,98**	0,93ns	17,81
	32	7,65	2,77**	7,85**	0,85ns	18,97
Vol Cilíndrico (m ³ /árv)	26	0,0419	2,38**	0,63ns	0,78ns	40,47
	32	0,0561	2,29**	3,39**	0,75ns	40,58
Forma das árvores (notas)	32	3,59	3,55**	2,77**	0,77ns	10,22

Fprog = F progênie; Fesp = F espaçamento; Fprog x esp = F progênie x espaçamentos; Cvexp = coeficiente de variação experimental; ** = significativo ao nível de 1%; ns = não significativo; área basal em m² por árvore; vol cilíndrico = volume cilíndrico (m³ por árvore).

Os resultados obtidos apresentaram valores de F muito semelhantes, tanto para as características estudadas como para as idades de 26 e 32 meses consideradas, por outro lado, os efeitos dos espaçamentos sobre o crescimento das progênies foram expressivos, com altas significâncias para altura e diâmetro aos 26 meses e para diâmetro e volume aos 32 meses de idade. Esses fatos sugerem, portanto, que a variância entre progênies foi afetada pelos espaçamentos, o que concordaria com o salientado por MATHESON & RAYMOND (1984 a).

Pode-se considerar que as variações entre os dois espaçamentos, para o crescimento das progênies, não foram devidas a diferenças climáticas ou edáficas, pelo fato de que ambos os ensaios contendo os espaçamentos testados se encontravam crescendo no mesmo local, ainda que no caso do solo pudessem ocorrer variações microambientais nas parcelas, afetando a expressão das progênies. No entanto acredita-se que a extrema proximidade das parcelas nos dois espaçamentos testados e a existência de quatro repetições no ensaio tenha contribuído para diminuir esse efeito à sua mínima expressão. Considera-se, então, que essas diferenças em crescimento das progênies foram devidas aos efeitos diferenciais da expressão genética entre progênies em função dos espaçamentos considerados.

A interação progênies x espaçamento mostrou valores de F bem expressivos para todas as características e idades avaliadas, com todos os valores de F encontrados como não significativos e menores do que 1.

Considerando-se que só a partir de análises mais detalhadas é que poder-se-ia detectar com maior precisão a existência da interação genótipo x espaçamento, procedeu-se ao desdobramento das análises de variância conjuntas para as características de crescimento envolvendo os espaçamentos testados, para a idade de 32 meses. Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 5.

Os resultados obtidos mostram que quando consideradas as progênies dentro dos espaçamentos, tanto o 3,0 x 110 m como no 3,0 x 2,0 m, a tendência dos valores de F assim obtidos foi a de apresentar sempre, para todas as características avaliadas, valores maiores

para o caso das progênies dentro do espaçamento de 3,0 x 2,0 m, mostrando assim a maior expressão das progênies dentro do espaçamento mais amplo.

TABELA 5 - Resultados de valores de F para o desdobramento dos efeitos das progênies dentro dos espaçamentos avaliados.

Características	Altura	Diâmetro	Volume cilíndrico
Progênies/espaçamentos (3,0 x 1,0m)	1,62**	2,24**	1,00ns
Progênies/espaçamento (3,0 x 2,0m)	2,40**	4,22**	2,02**

** significativo ao nível de 1%; ns - não significativo

Considerando-se que o volume, característica composta pela altura e o diâmetro, reflete mais o efeito das progênies dentro dos espaçamentos, pode-se afirmar que as progênies reagiram diferentemente nos espaçamentos 3,0 x 1,0 m e 3,0 x 2,0 m, o que caracterizaria uma interação de tipo simples, muito embora não detectada pelo teste F.

É importante salientar que as melhores progênies, para as características estudadas, não foram as mesmas nos dois espaçamentos, porém, existindo algumas progênies que reagiram de forma similar nos dois espaçamentos, ocupando quase que a mesma posição relativa (Figura 2).

Considerando-se as médias de tratamentos ajustadas, para as diferentes características estudadas, a resposta das progênies nos dois espaçamentos testados permitiu diferenciar três tipos de comportamento das progênies face ao espaçamento:

- progênies que se desenvolveram melhor no espaçamento apertado (3,0 x 1,0 m);
- progênies que se desenvolveram igualmente em ambos os espaçamentos, ocupando tanto às melhores quanto as piores posições, ou ainda posições intermediárias, em ambos os espaçamentos; e
- progênies que se desenvolveram melhor no espaçamento mais amplo (3,0 x 2,0 m).

Quando analisada a Figura 2 verifica-se a presença de interações simples e complexas. É importante salientar que essas interações ocorreram tanto na faixa daquelas consideradas como sendo as melhores em produção volumétrica por árvore, como naquelas consideradas as piores produtoras, em ambos os espaçamentos.

Ainda que a maior parte das progênies não tenham mostrado interações, e que as diferenças entre elas tenham sido não significativas, as poucas progênies que apresentaram interações e boa produção volumétrica em qualquer dos espaçamentos devem ser aproveitadas na seleção dentro de um programa de melhoramento.

A quantificação da associação entre as médias das progênies nos dois espaçamentos testados aos 32 meses de idade, utilizando-se o "Coeficiente de Correlação de Spearman" (r_s), pode ser visualizada na Tabela 6 a seguir.

TABELA 6 - Coeficientes de correlação de Spearman entre os dois espaçamentos, ao nível de médias de parcelas, para as características altura, diâmetro, volume cilíndrico e forma das árvores, à idade de 32 meses.

Característica	Coeficiente de correlação de Spearman (r_s)
Altura	0,62**
Diâmetro (DAP)	0,50**
Volume cilíndrico	0,52**
Forma de tronco	0,37*

** significativo ao nível de 1%, pelo teste t; *significativo ao nível de 5%, pelo teste t; utilizando-se só as 42 melhores progênes em produção volumétrica no espaçamento 3,0 x 2,0 m.

Os resultados obtidos mostram correlações positivas entre os dois espaçamentos, apresentando valores significativos para todas as características estudadas. No entanto, observa-se que os valores de r não são expressivos mostrando uma não concordância nas posições relativas das progênes nos dois espaçamentos, advinda, segundo VENCOSKY (1978), da falta de correlação entre o material de um ambiente para outro.

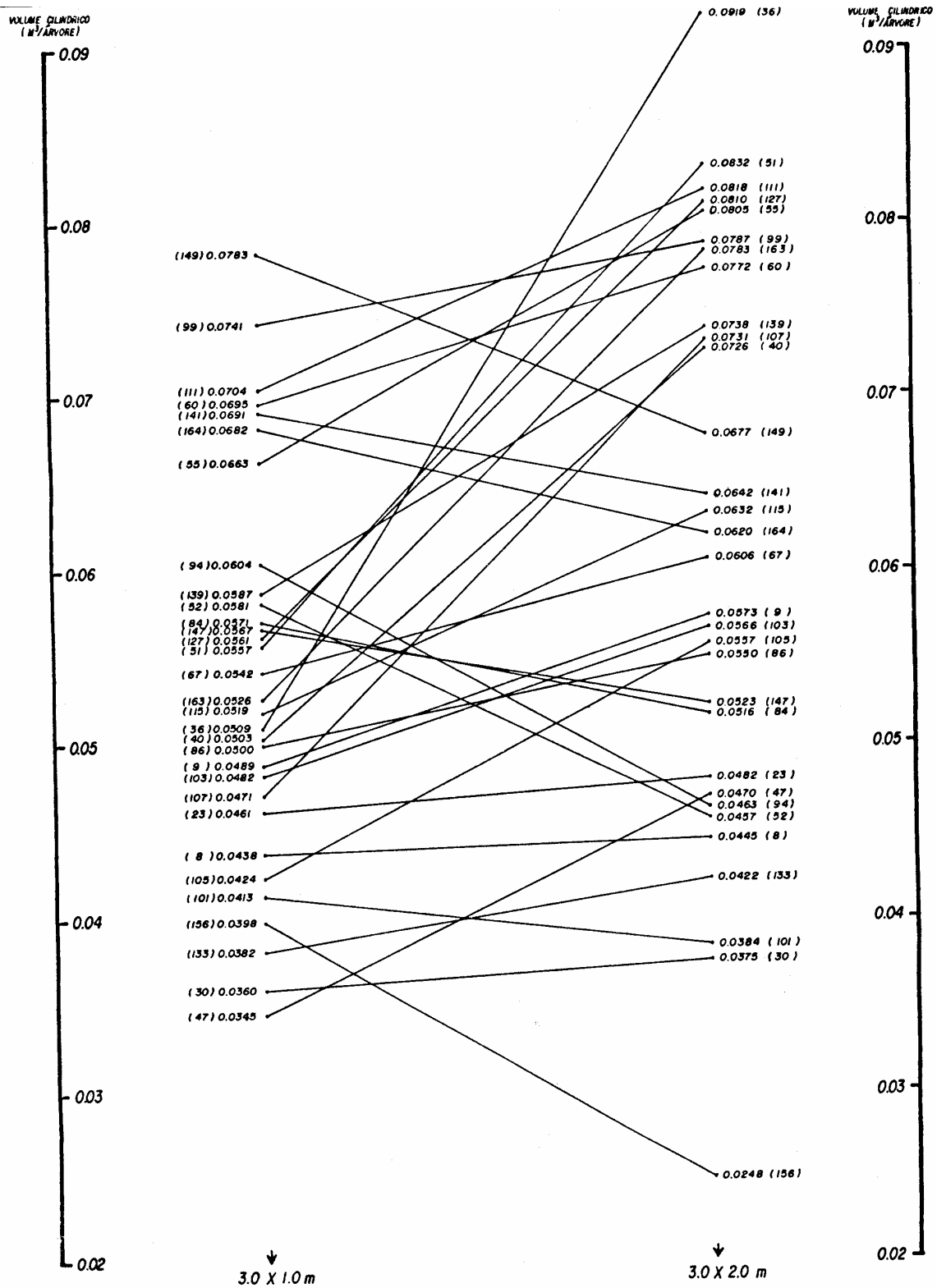


Figura 2 - Comportamento de amostra das progênies de *Eucalyptus saligna* Smith para volume cilíndrico nos dois espaçamentos testados, à idade de 32 meses.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram as seguintes conclusões:

O crescimento e sobrevivência das plantas dos ensaios foram considerados bons, confirmando o potencial da espécie para essas condições. O crescimento no espaçamento 3,0 x 2,0 m foi maior do que no 3,0 x 1,0m para todas as características.

Ao nível das análises individuais foram detectadas variações genéticas significativas entre progênies, para todas as características de crescimento estudadas, em todas as idades e espaçamentos avaliados. Essas variações genéticas detectadas mostraram uma certa homogeneidade entre espaçamentos e entre idades dentro dos espaçamentos.

Para sobrevivência das plantas somente foram verificadas variações genéticas no espaçamento menor; contrariamente, para forma do tronco essas variações só existiram no espaçamento mais amplo. O menor espaçamento aumentou as variações entre progênies quanto à sobrevivência e, por outro lado, mascarou as diferenças para a forma do tronco.

Os dois delineamentos utilizados no presente caso, látice e blocos ao acaso, foram igualmente eficientes para avaliar os testes de progênies, quando considerados os valores de F obtidos.

As análises da variância conjuntas envolvendo os dois espaçamentos revelaram variações genéticas entre progênies para todas as características e idades consideradas. O efeito do espaçamento teve um aumento expressivo dos 26 para os 32 meses de idade em todas as características, exceto para altura. A interação progênies x espaçamentos revelou-se não significativa para todas as características e idades estudadas.

O desdobramento da interação de progênies x espaçamentos revelou maior expressividade para variação entre progênies dentro de espaçamento 3,0 x 2,0 m do que no espaçamento menor, principalmente para volume cilíndrico, o que sugere a presença de interação progênies x espaçamento.

Os coeficientes de correlação de Spearman, aplicados às médias das progênies entre espaçamentos, mostraram uma não concordância nas posições relativas das progênies nos dois espaçamentos, sendo mais acentuada para forma do tronco, reforçando a existência de algum tipo de interação. Esse fato tem grande influência na seleção das melhores I progênies para os dois espaçamentos, não havendo coincidência das progênies.

Analisando-se o crescimento diferencial das progênies em função do espaçamento, foi possível definir três tipos de comportamento das progênies: progênies que se desenvolveram melhor nos espaçamentos mais apertados e no 3,0 x 2,0 m, e progênies que se desenvolveram igualmente em ambos os espaçamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLONI, E.A. & SIMOES, J.W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **Série técnica. IPEF**, Piracicaba, 1(3): 1-16, 1980.
- CAMPBELL, R.K. & WILSON, B.C. Spacing-genotype interaction in Douglas-fir. **Silvae genetica**, Frankfurt,22(1/2): 15-20, 1973.
- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. **Disenos experimentales**. 2.ed. México, Editorial Trillas, 1965. 661p.

- COELHO,A.S.R. et alii. Comportamento de espécies de eucalipto face ao espaçamento. **IPEF**, Piracicaba (1): 29-55, 1970.
- COUTO,L. Influência do espaçamento no crescimento do **Eucalyptus urophylla** de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais. Viçosa, 1977: 54p. (Tese-Mestrado-UFV).
- DANIEL,P.W. et alii. **Princípios de silvicultura**. México, McGraw-Hill, 1982. 492p.
- 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, pertencentes a USP. Piracicaba, 1979. (não publicado).
- FRIES, A. Spacing interaction with genotype and with genetic variation for production and quality traits in a trial of seedlings and grafted clones of Scots pine. **Silvae genetica**, Frankfurt, 33(4/5): 145-52, 1984.
- GERALDI, I. O. **Estimação de parâmetros genéticos para caracteres do pendão de milho (Zea mays L) e perspectivas de melhoramento**. Piracicaba, 1977. 103p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- GUIMARAES,R.F. **Ensaio de espaçamentos em Eucalyptus saligna Smith para produção de lenha**. 2.ed. Rio Claro, CPEF, 1960. 42p. (Boletim.CPEF, 6)
- GUIMARAES, R.F. Observações sobre diâmetro, altura, sobrevivência e peso de madeira de **E. saligna** em vários espaçamentos. **Anuário brasileiro de economia florestal**, Rio de Janeiro, 17(17): 31-45, 1965.
- KAGEYAMA,P.Y. Plantação de espécies florestais nativas. In: Relatório do convênio ESALQ/FEALQ/DAEE. Piracicaba, ESALQ/DCF, 1986.(não publicado).
- KAGEYAMA,P. Y. **Variação genética em uma população de Eucalyptus grandis (Hill) Maiden**. Piracicaba, 1980. 125p.(Tese-Doutoramento-ESALQ).
- KANG, H. Designing a tree breeding system. In: MEETING OF CANADIAN TREE IMPROVEMENT ASSOCIATION, 17. **Proceedings**. Ottawa, 1980. p.2, p.51-66.
- MATHESON, A.C. Genotype-environment interaction. In: NIKLES,D.G. et alii. **Progress and problems of genetics improvement of tropical forest trees**. Oxford, Commonwealth Forestry Institute,1978. p.227-36.
- MATHESON, A.C.; & RAYMOND, C.A. Effects of thinning in progeny tests of estimates of genetic parameters in Pinus radiata. **Silvae genetica**, Frankfurt, 33(4/5): 125-8, 1984a.
- MATHESON, A.C. & RAYMOND, C.A. Provenance x environment interaction, its detection, practical importance and use in tropical forestry. In: IUFRO JOINT

- MEETING OF WORKING PARTIES AND WORK CONFERENCE ON PROVENANCE AND GENETICS IMPROVEMENT STRATEGIES, Mutare, 1984b. 35p.
- MESKIMEN, G. & FRANKIN, E.C. Spacing **Eucalyptus grandis** in Southern Florida. **Southern journal of applied forestry**, Washington, 1(1): 3-6, 1978.
- MIRANDA FILHO, J.B. Princípios de experimentação e análise estatística. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento de milho no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, 1978. p.620-50.
- MORGENSTERN, E.K. Interactions between genotype site and silvicultural treatment. **Information report PI-X**, Chalk River (14): 1-18, 1982;
- NAMKOONG, G. Inbreeding effects on estimation of genetic additive variance. **Forest science**, Bethesda, Washington, 12(1): 8-13, 1966.
- NAMKOONG, G, et alii., **A philosophy of breeding strategy for tropical forest trees**. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1980. 67p,
- PEREIRA, A.R., et alii. Implantação de florestas de ciclos curtos sob novos modelos de espaçamentos. **Silvicultura**, São Paulo, 8(28): 429-32, 1982.
- REZENDE, G.C. et alii. **Novas técnicas de espaçamentos para Eucalyptus spp.** Águas de São Pedro, IUFRO, 1980. 11p.
- SHELBOURNE, C. Genotype environment interaction: its implications in forest tree improvement. In: IUFRO GENETIC SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo, 1972, **Proceedings**. 28p.
- SILVA, J. de C. **Espaçamentos em povoamentos florestais**: efeitos na produtividade, qualidade e na economicidade. Piracicaba, ESALQ/DS, 1984, 39p. (não publicado)
- SIMÕES, J.W. & SPINA-FRANÇA, F. Produção de madeira em florestas energéticas sob diferentes práticas silviculturais. In: SIMPÓSIO ENERGIA DE BIOMASSA FLORESTAL. **Relatório final**: São Paulo, CESP, 1983. p.1-36.
- SNYDER, E.B. Lattice and compact family block designs in forest genetics, **USDA Forest Service NC research paper**, St. Paul (6): 12-7, 1986.
- TALBERT, J.T. Genotype environment interactions, In: TROPICAL TREE IMPROVEMENT SHORT COURSE, 1980, Raleigh, School of Forest Resources, 1980.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento de milho no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, 1978. p.122-99.

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

Os melhores frutos do eucalipto.



A Aracruz criou mais de 5 mil empregos diretos no norte do Espírito Santo, onde estão suas florestas e fábrica de celulose. São engenheiros, tratoristas, pesquisadores, administradores e muitos outros profissionais, aos quais são oferecidas permanentes possibilidades de aperfeiçoamento. A alta qualidade da celulose Aracruz deve-se, principalmente, ao trabalho dessas pessoas.

Mas a política de pessoal da empresa não se limita às oportunidades de treinamento e acesso. Assistência médica e hospitalar, e um sistema de ensino de 1º e 2º graus são assegurados a todos os empregados e seus familiares.

A Aracruz também criou novas alternativas de progresso. A infra-estrutura montada para recebê-la estabeleceu condições para a implantação de novas indústrias na região, importante contribuição para a interiorização do desenvolvimento capixaba.

Além disso, a Aracruz, que produz anualmente 400 mil toneladas de celulose, é uma grande fábrica de divisas. Suas vendas ao exterior representam 145 milhões de dólares anuais, que a colocam entre os 20 maiores exportadores brasileiros.



ARACRUZ CELULOSE S.A.
Raízes brasileiras de progresso.