

ELIANA PATRÍCIA GORGULHO

AVALIAÇÃO DE PROGENIES DE *Eucalyptus pyrocarpa* L. JOHNSON  
& BLAXELL EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS  
DE PLANTIO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Agronomia, área de Concentração Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS


LAVRAS - MINAS GERAIS

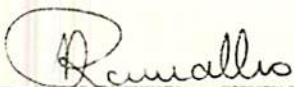
1990

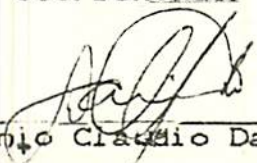


AVALIAÇÃO DE PROGENIES DE *Eucalyptus pyrocarpa* L. JOHNSON & BLAXELL EM  
DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO

APROVADA. em 27 de setembro de 1990

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Antonio Resende Soares  
orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Magno Antonio Patto Ramalho  
coorientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Antonio Claudio Davide  
coorientador

Ofereço

e

Dedico

Aos meus sobrinhos:  
Netinho, Jonatas, Lucas e Natália

## AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras e a todos os professores que auxiliaram a minha formação, em especial ao Prof. Antonio Resende Soares, Prof. Magno Patto Ramalho, Prof. Moacir Pasqual e Prof. Cláudio Davide.

À Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara - CAF e ao Eng. Francisco Assis Ribeiro, pelos contatos iniciais junto à CAF e auxílio na elaboração do projeto de dissertação.

Aos colegas e funcionários do departamento de biologia em especial Takeda, Elder e Eustáquio.

Aos amigos que acompanharam-me no curso, em especial Ana Marta, José Darlan, José Eduardo e João Marcos.

Aos amigos que ajudaram-me durante a formação deste trabalho: Arquimedes, Marcelo e minha irmã Fátima.

E finalmente agradeço a companhia querida de Aninha, Elenice, Murilo e minha mãe Nadir.

## INDICE

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEORICO.....	3
2.1 A Eucalipto no Brasil.....	3
2.1.1. <i>Eucalyptus pyrocarpa</i> L Jonhson & Blaxell.....	6
2.1.2. Influência do espaçamento na sobrevivência e no crescimento.....	7
2.2. Ensaio de progênies e determinação dos parâmetros genéticos.....	11
2.2.1. Interação genótipo x ambiente.....	13
3 MATERIAL E METODOS.....	16
3.1 Material genético.....	16
3.2. Localização.....	16
3.3. Instalação e condução dos experimentos.....	17
3.4. Delineamento experimental.....	17
3.5. Avaliação dos experimentos.....	17
3.6. Análise estatística dos dados.....	18
3.6.1. Análise de variância para cada espaçamento.....	18
3.6.2. Análise de variância conjunta.....	20
3.7. Estimativas dos parâmetros genotípicos e fenotípicos.....	20
3.7.1. Estimativas dos componentes de variância e covariância.....	20
3.7.2. Estimativa da herdabilidade.....	23
3.7.3. Estimativa do ganho esperado com a seleção.....	25
3.7.4. Estimativa da correlação genética das progênies entre os espaçamentos estudados.....	25
3.7.5. Decomposição da interação progênie x espaçamento...	26
3.7.6. Eficiência de seleção.....	26

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1	Comportamento das progênies quanto ao crescimento e sobrevivência.....	27
4.1.1	Altura das plantas.....	27
4.1.2	Crescimento em diâmetro.....	34
4.1.3	Crescimento em volume cilíndrico.....	38
4.1.4	Sobrevivência das progênies.....	42
4.2	Estimativas dos parâmetros genéticos.....	44
4.3	Comentários Gerais.....	49
5	CONCLUSOES.....	55
6	RESUMO.....	56
7	SUMMARY.....	58
8	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	59
	APENDICE .....	65



## LISTA DE TABELAS

TABELA	página
1 - Esquema das análises de variância para as análises por densidade de plantio e conjunta.....	19
2 - Análise de variância das progênies de <i>Eucalyptus pyrocarpa</i> para cada espaçamento, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....	28
3 - Análise de variância conjunta das progênies de <i>Eucalyptus pyrocarpa</i> , para os três espaçamentos, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....	30
4 - Altura média, em metros, das 25 melhores progênies de <i>E. pyrocarpa</i> , em cada espaçamento e na média dos espaçamentos, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....	33
5 - DAP médio, em cm, das 25 melhores progênies de <i>E. pyrocarpa</i> , em cada espaçamento e na média dos espaçamentos, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....	37
6 - Volume individual médio, em cm <sup>3</sup> , das 25 melhores progênies de <i>E. pyrocarpa</i> , em cada espaçamento e na média dos espaçamentos, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....	41



- 7 - Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica média e seus respectivos coeficientes de variação, das famílias de meio-irmãos de *E. pyrocarpa*, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....46
- 8 - Estimativas dos componentes de variância genética aditiva, herdabilidade a nível de plantas e herdabilidade e ganho esperado com a seleção a nível de médias das famílias de meio-irmãos de *E. pyrocarpa*, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....47
- 9 - Estimativas da interação genótipo x ambiente e eficiência de seleção, a nível de médias das famílias de meio-irmãos de *E. pyrocarpa*, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....48

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 - Distribuição de frequência da altura total média nos três espaçamentos, em metros, para as progênies de <i>E. pyrocarpa</i> aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....	32
2 - Equação de regressão da altura média das progênies de <i>E. pyrocarpa</i> , em função da área do espaçamento adotado.....	32
3 - Distribuição de frequência de DAP médio nos três espaçamentos, em cm, para as progênies de <i>E. pyrocarpa</i> aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....	36
4 - Equação de regressão do DAP médio das progênies de <i>E. pyrocarpa</i> , em função da área do espaçamento adotado.....	36
5 - Distribuição de frequência de volume médio nos três espaçamentos, em cm <sup>3</sup> , para as progênies de <i>E. pyrocarpa</i> aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....	40
6 - Equação de regressão do log de volume médio das progênies de <i>E. pyrocarpa</i> , em função da área do espaçamento adotado..	40
7 - Distribuição de frequência de sobrevivência média nos três espaçamentos, em %, para as progênies de <i>E. pyrocarpa</i> aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.....	43

- 8 - Equação de regressão da sobrevivência média representada por  $\sqrt{\%sob. + 0,5} \times 100$ , das progênies de *E. pyrocarpa*, em função da área do espaçamento adotado.....43

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade florestal no Brasil alcançou uma posição econômica proeminente devido à quantidade de madeira utilizada para a produção de celulose, tábuas e carvão para fins siderúrgicos.

Especialmente no estado de Minas Gerais a utilização da madeira é de grande importância para a produção de carvão, usado como agente redutor do minério de ferro. O carvão é utilizado também nas indústrias de cimento, cerâmica e outras, representando 15% do total de carvão consumido. A maior parte desse é produzido com madeira de florestas nativas, o que tem contribuído para a devastação destas florestas em Minas Gerais. Em 1979 foi consumido 15.116.033 m<sup>3</sup> de carvão vegetal de origem nativa e em 1988, 28.562.740 m<sup>3</sup>, representando um aumento de 89% no período (ABRACAVE, 1989). O carvão vegetal produzido a partir de florestas implantadas foi de 2.183.967 m<sup>3</sup> e 8.056.157 m<sup>3</sup> respectivamente em 1979 e 1988, apresentando um incremento de 269% (ABRACAVE, 1989). Embora ocorresse esse aumento, o carvão oriundo de áreas reflorestadas ainda representa apenas 22% do total consumido pelas indústrias de Minas Gerais, o que mostra que as áreas reflorestadas não atendem a crescente demanda de madeira para fins industriais e energéticos.

Devido a presença de se ter novos povoamentos florestais, em condições de suprir as necessidades de madeira, várias espécies e procedências do gênero *Eucalyptus* foram introduzidas. Este gênero vem sendo amplamente utilizado em reflorestamento no Brasil, devido ao seu rápido crescimento, boa produtividade, alto potencial de adaptação a diversas condições e uso múltiplo de sua madeira. A pesquisa florestal tem-se direcionado basicamente no aumento da produtividade via

melhorias, tanto das técnicas de implantação e de manejo, como do material genético. No caso do melhoramento genético, a partir do zoneamento ecológico realizado por Golfari, em 1978, novas espécies e procedências de eucaliptos foram introduzidas, ao mesmo tempo em que se partiu para um programa de produção de sementes melhoradas para cada região, via pomares para produção de sementes e ensaios de progênies, buscando a auto-suficiência de sementes melhoradas.

A produtividade de madeira, além de ser influenciada pelo material genético, sofre também a influência de fatores ambientais, dentre os quais o espaçamento tem papel de destaque. Isso porque ele influencia o crescimento das árvores, a qualidade da madeira, a idade de corte, as práticas de implantação, manejo e exploração florestal e conseqüentemente os custos de produção (BALLONI, 1983). Várias pesquisas (BALLONI, 1983; COELHO, 1970; FISHWICK, 1976 e PEREIRA, 1983) foram realizadas com o objetivo de determinar um espaçamento ótimo, chegando-se a conclusão de que o mesmo depende de uma série de fatores, como local, espécie, objetivos do produto, tratos culturais e tipos de equipamento que serão empregados nos plantios. Em geral as florestas com o objetivo de produzir madeira para energia, por serem de ciclos curtos, são mais densas do que aquelas utilizadas para produção de madeira serrada.

Com o fim de aproveitar as qualidades potenciais do *Eucalyptus pyrocarpa* L. Johnson & Blaxell, que foi recentemente introduzido na região de Carbonita (MG), e tendo em vista não se ter informações sobre o espaçamento mais adequado para esse material, foi conduzido um experimento de avaliação de progênies de meio irmãos sob diferentes espaçamentos, com os objetivos de:

- a) Avaliar o desempenho médio em crescimento e sobrevivência das progênies, nos diferentes espaçamentos utilizados;
- b) Estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos, visando orientar os futuros trabalhos de melhoramento genético.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. O eucalipto no Brasil

O eucalipto tem como origem a Austrália e Tasmânia, mas ocorrem algumas espécies em Nova Guiné e Timor. A difusão do eucalipto fora da área de origem se iniciou por Tobias Furneaux, capitão do "Adventure" que foi em expedição à Austrália, introduziu o *E. obliqua* na Europa em 1774. L'Heritier de Brutele foi o primeiro a descrever o gênero *Eucalyptus*, em 1788, valendo-se da espécie *Eucalyptus obliqua* do herbário do Jardim Kew, Inglaterra. Desde então o eucalipto figurou como planta ornamental em várias coleções dos jardins botânicos da Europa. Os primeiros ensaios para a cultura do eucalipto na Europa datam de 1857, na França, propagando-se para a Espanha, Portugal, Grécia, Turquia e nas colônias da França no Norte da África. Na África do Sul, o eucalipto foi introduzido em 1828 (ANDRADE, 1961).

No Brasil, os historiadores entram em conflito quanto a introdução do gênero; há citações de que os primeiros eucaliptos foram plantados por D. Pedro I no Jardim Botânico do Rio de Janeiro em 1825, outras de que foi em 1855 no sítio do pai de Osório Duque Estrada, ou em 1868 por Frederico de Albuquerque no Rio Grande do Sul. Até o início de 1900 o eucalipto era usado como planta ornamental, quebra-vento em culturas agrícolas ou pelas supostas propriedades sanitárias. Foi em 1903 que a Companhia Paulista de Estrada de Ferro nomeou Edmundo Navarro de Andrade como diretor do Horto de Jundiaí, este fez estudos comparativos de desenvolvimento entre nativas e exóticas, onde constatou o rápido crescimento do eucalipto entre as outras espécies. Em 1909 a Companhia Paulista adquiriu terras em Rio

Claro, e optou por plantar eucalipto, para fornecer rapidamente à ferrovia combustível, madeira para postes, dormentes e outras aplicações. Desenvolveu-se estudos sobre espaçamento, adubação e outros. Aproveitando-se dessa tecnologia, reflorestamentos para fins de produção de celulose em São Paulo e para produção de carvão em Minas Gerais para utilizar nas siderúrgicas e também lavradores desejando formar recursos florestais optaram pelo eucalipto. Com isso, Rio Claro tornou-se no principal centro fornecedor de sementes do Brasil; como essas sementes formavam florestas de baixa qualidade, foi iniciado a partir de 1941 um programa de melhoramento genético visando obter maior produtividade, desenvolvido pelo pesquisador Carlos Arnaldo Krug, do Instituto Agrônomo de São Paulo. Esse programa consistia de: 1. seleção de árvores de boa formação, 2. elaboração de novas técnicas para coleta de sementes, 3. melhoria no processo de obtenção de semente, para evitar perda e mistura e 4. seleção massal das melhores mudas produzidas no viveiro. Como exemplo desse trabalho, conseguiu-se para *E. saligna*, incrementos de até 27% no volume cilíndrico.

Seguiu-se um novo período de introdução de espécies e procedências, que foi feita em 1943 e em 1953; obtenção de híbridos naturais em 1953 e algumas introduções posteriores até 1960, fazendo-se estudos de biologia, autofecundação, avaliação das progênies de meio irmãos e de híbridos; contudo, foram realizados poucos estudos e em poucas regiões. O Horto de Rio Claro distribuiu sementes das espécies melhor adaptadas em São Paulo para os vários Estados durante 70 anos, acreditando-se na não existência de problemas genéticos. Como consequência, baixa produtividade, alta heterogeneidade, susceptibilidade a diversas pragas e doenças foram detectadas nas plantações provenientes dessas sementes. De acordo com GOLFARI (1978), estes resultados negativos contribuíram para redirecionar os trabalhos de melhoramento genético florestal das espécies de *eucalyptus*.

Em 1960, foi criado o primeiro curso de engenharia florestal do país e no final dessa década já funcionavam no Brasil três cursos. Com a lei de Incentivos Fiscais ao reflorestamento, promulgada em 1966, várias companhias florestais foram criadas e a necessidade de técnicas e de espécies adequadas para cada região causou uma



integração entre universidade e empresa, surgindo órgãos como o IPEF ( Instituto de Pesquisa Florestal ), em 1968; a FUPEF ( Fundação de Pesquisa Florestal ), em 1971; a SIF ( Sociedade de Investigação Florestal ), em 1974. O IBDF ( Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal ) foi fundado em 1966, esse com a colaboração da FAO e PNUB criou o Programa de Desenvolvimento de Pesquisas Florestais ( PRODEPFE ) que começou a funcionar em 1971 e desenvolveu suas atividades até 1978. Posteriormente foi criado o C.N.P.F. ( Centro Nacional de Pesquisa Florestal ), da EMBRAPA. Em 1989, o IBDF foi extinto passando suas funções para o recém criado IBAMA.

De 1971 a 1977 houve uma participação considerável das empresas privadas na pesquisa florestal. Contudo, somente a partir de 1977 algumas empresas criaram seus próprios centros de pesquisa e tecnologia, como a ARACRUZ, KLABIN e JARI. Em 1978, GOLFARI et alii elaboraram um zoneamento baseado em fatores geográficos, edáficos e climáticos como altitude, vegetação, temperatura, precipitação e sua distribuição, déficit hídrico e frequência de geadas, dividindo o país em 26 regiões bioclimáticas. Através da similaridade ecológica entre estas 26 regiões e áreas geográficas da Austrália foram indicadas as espécies de eucalipto potencialmente aptas para as várias regiões brasileiras.

Em 1975, GOLFARI fez um zoneamento ecológico para o Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Somente a partir de 1980 que as empresas privadas de Minas Gerais começaram ativamente a pesquisa florestal, direcionando basicamente para a produção de madeira para carvão usado na siderurgia.

O programa de melhoramento do eucalipto, no Brasil, têm-se constituído na introdução de novas espécies e procedências, estabelecendo coleções para garantir base genética, para em seguida realizar seleção contínua de árvores superiores e estabelecimento de áreas de produção de sementes. Estudos de propagação vegetativa foram iniciados com o objetivo de se utilizar híbridos altamente produtivos, obtidos por cruzamento natural e controlado. Mais recentemente, a micropropagação tem sido estudada por empresas privadas e públicas, com o objetivo de multiplicar árvores superiores, via cultura "in vitro", de espécies que não podem ser propagadas com sucesso por estacas, porém até o momento o sucesso tem sido pequeno.

### 2.1.1. *Eucalyptus pyrocarpa* L. Johnson & Blaxell

BOLAND et alii (1984) descrevem a espécie do seguinte modo:

O nome botânico vem do latim, *pyrus* = pera e do grego *carpos* = fruto, relacionado com o formato do fruto. Esta espécie ocorre comumente associada com outras espécies de eucaliptos, entre as quais se incluem: *E. gumnifera*, *E. planchoniana*, *E. umbra* e *Angophora costata*.

*E. pyrocarpa* é uma árvore de tamanho médio a alto, com 20 a 35 metros de altura e 1 a 2 metros de diâmetro (DAP). A forma é boa em todos os locais, exceto em locais de baixa fertilidade. A copa é relativamente rala.

O *E. pyrocarpa* ocorre em pequenas comunidades espalhadas, normalmente fazendo mosaicos com o *E. pilularis* no litoral norte de Nova Gales do sul. Ele se distribui descontinuamente de Woodburn ao norte até Wauchope no sul. Uma ocorrência isolada foi registrada em Gibraltar Range. A variação de latitude é de 29-32°S e a altitude varia desde próximo ao nível do mar até 500m e em Gibraltar Range a 1000m. As médias das temperaturas máximas do mês mais quente está na faixa de 27 a 30°C e a das mínimas do mês mais frio em torno de 5 a 7°C (em Gibraltar Range, os valores são 25°C e -2°C, respectivamente). A precipitação média anual é de 1100-1700mm, com predominância no verão, mas nenhum mês com menos de 50mm. A espécie cresce tipicamente em solos podzólicos amarelo derivados de arenito grosso ou conglomerado. Entre Coramba e Ulong, oeste de Coffs Harbor, cresce em solos secos e rasos de origem metamórfica.

A casca é áspera e persistente no tronco, esfarrapada sub-fibrosa, amarronzada, normalmente estendendo-se até os ramos maiores, a partir de então lisa, cinza-claro ou amarelada. As folhas quando no estágio de muda são opostas por muitos pares, sésseis, em poucos pares mais ou menos elípticas, posteriormente algumas largo-lanceoladas, 8-12 x 2,5-3,5cm, de cores fortemente distintas (verde acinzentado e branco acinzentado abaixo); quando árvores juvenis as folhas são opostas, sésseis, largo-lanceoladas, à lanceoladas, 13-21 x 1,3-5cm, coloração como no estágio de mudas; quando intermediárias as folhas são alternas, pecioladas, lanceoladas, 18-22 x 2,7-3,2cm, verdes, da mesma cor; finalmente adultas são alternas,

pecioladas, 12-20 x 1,6-2,8cm, verdes, da mesma cor. Caules nos estágios de muda e juvenil são marcadamente quadrangulares, com bordos nos cantos, sendo glaucos em todos os estádios.

Inflorcências: simples, axilar, 7 a 11 flores, pedúnculos aplainados, 1-2,5cm de comprimento; pedicelo ocasionalmente ausente ou com cerca de 0,7cm de comprimento, angular; botões florais clavados ou geralmente fusiforme, 0,8-1,4 x 0,5-0,6cm, algumas vezes fracamente reforçado em forma de costelas, parte inferior do hipântio glauco; opérculo cônico ou ligeiramente rostrado. O florescimento ocorre de janeiro a março. Frutos sésseis ou curtamente peciolados, muito variável em forma, piriforme, ovóide-truncado, globular-truncado ou hemisférico, 0,8-1,5 x 0,7-1,7cm, parte inferior do hipântio normalmente glauca; disco relativamente estreito a largo, descendente, mais ou menos em nível, ou ascendente; 4 valvas, próximas ao nível da bordadura ou inclusas.

Madeira: alburno resistente ao ataque de brocas do gênero *Lyctus*; cerne marron claro ou marron amarelado, textura grossa, grã normalmente reta, comum pequenos canais resiníferos, dura, resistente, consistente mas não difícil de trabalhar, durabilidade de moderada a boa; densidade em torno de 0,9g/cm<sup>3</sup>; madeira considerada dura na Austrália e usada em serraria, usada em construção em geral, assoalhos, postes, dormentes e polpas.

#### 2.1.2. Influência do espaçamento na sobrevivência e no crescimento

Dentre as variáveis que atuam no crescimento das árvores, o espaçamento pode ser controlado eficientemente pelo silvicultor; dessa forma o estudo sobre ele é de grande importância, pois o mesmo influencia a qualidade e o valor da matéria prima produzida nos povoamentos, bem como o manejo e a exploração florestal (BALLONI, 1983 e COELHO et alii 1970).

As espécies de *Eucalyptus* são intolerantes à competição (HILLIS & BROWN, 1978), ocorrendo uma rápida segregação do talhão em estratos de copa: dominante, codominante e dominada. Esta estratificação é produto da habilidade competitiva das árvores, cuja

variação ocorre tanto entre espécies como entre plantas na mesma espécie; um dos fatores que determina o tempo para ocorrer esta definição de estratos é o espaçamento entre as árvores (BALLONI, 1983).

O espaçamento ideal de um povoamento florestal, entre outros fatores, depende do uso da madeira, da qualidade de sítio e tipos de equipamentos utilizados na implantação manejo e exploração dos povoamentos (SMITH, 1962). Para a produção de lenha e carvão o espaçamento pode ser reduzido nos sítios de boa qualidade, pois a idade de corte é menor, o que diminui a competição entre as árvores. Contudo espaçamentos muito reduzidos podem dificultar os trabalhos de mecanização na exploração, ou mesmo exportar grandes quantidades de nutrientes do solo, o que poderia comprometer o sucesso das futuras rotações (BALLONI, 1983; COELHO et alii, 1970 & FISHWICK, 1976).

Quanto à influência do espaçamento nas características de crescimento, existem controvérsias quanto ao seu efeito sobre a altura, FISHWICK (1976) verificou que em sítios muito bons, o espaçamento tem pouco efeito sobre a mesma. Por outro lado, existem casos onde a altura média aumenta com o espaçamento e onde o resultado é inverso (EVERT, 1971). Devido às condições diferentes usadas pelos pesquisadores é difícil comparar os resultados obtidos e conseqüentemente concluir a esse respeito.

Em eucalipto, COELHO et alii (1970) verificaram, em Itupeva-SP, que não houve diferença em altura para *E. alba*, *E. grandis*, *E. saligna* e *E. propinqua*, até dois anos de idade, nos espaçamentos 3m x 2m e 3m x 1,5m. Já aos 4 anos de idade foram verificadas diferenças para todas as espécies, obtendo-se alturas maiores no espaçamento mais amplo, 3m x 2m.

BALLONI (1983) mostrou para *E. grandis* e *E. saligna*, aos 74 meses de idade, que as alturas médias das árvores estão diretamente relacionadas com o espaçamento, enquanto a altura das dominantes não sofreram variação; isto ocorre devido a diminuição do número de árvores codominadas e ao aumento de árvores dominadas nos espaçamentos mais reduzidos.

Os resultados de PEREIRA et alii (1983) mostram uma tendência do crescimento em altura de *E. grandis* aumentar com a redução do espaçamento. Eles justificam o fato pela competição por

luz, o que estimularia o crescimento em altura. Estes resultados diferem dos obtidos por COELHO et alii (1970) para a mesma espécie; contudo os dois trabalhos diferem bastante quanto aos materiais utilizados (sementes), locais de instalação, idade e outros fatores que podem justificar estes resultados conflitantes.

GUIMARÃES (1985) fez um estudo da variação da altura em diferentes espaçamentos, segundo a classe de diâmetro para *E. saligna*, aos 8 anos de idade. Ele verificou que, para um mesmo diâmetro, a variação de altura nos vários espaçamentos não é significativa, concluindo que espaçamentos menores não favorecem um crescimento maior em altura. Já PATIÑO-VALERA (1986) em estudo com progênies de *E. saligna*, aos 28 e 32 meses de idade, observou que o crescimento em altura foi mais expressivo no espaçamento 3m x 1m do que no espaçamento mais amplo (3mx 2m). Contudo, os incrementos de crescimento em altura, dos últimos 6 meses, foram maiores nos espaçamentos mais amplos, 0,73m para 3m x 2m e 0,53m para 3m x 1m, o que sugere que a altura média poderá ter maiores valores no espaçamento mais amplo com o decorrer do tempo.

MORA (1986) obteve alturas médias diferentes para clones de híbridos de *Eucalyptus*, aos 24 e 32 meses de idade, quando utilizava espaçamentos de 3m x 2m e 3m x 3m; as maiores alturas médias foram obtidas nos espaçamentos mais amplos.

Em relação ao diâmetro, os trabalhos têm mostrado um maior crescimento em diâmetro com o aumento do espaçamento (BALLONI, 1983; COELHO et alii, 1970; GUIMARÃES, 1985; MORA, 1986 E PATIÑO-VALERA, 1986). A relação entre espaçamento e diâmetro é em geral uma função não linear com tendência a não se obter resposta a partir de um determinado espaçamento (FISHWICK, 1976).

A produção volumétrica é determinada pelas interações entre precipitação e temperatura, espécie plantada e as condições de sítio, tais como profundidade, fertilidade e umidade do solo. Até a idade em que o sítio não esteja totalmente ocupado, o espaçamento afeta a produção volumétrica. Com o aumento da idade, ocorre a ocupação plena do sítio, a produção de madeira em volume cúbico permanece a mesma independente do espaçamento inicial (FISHWICK, 1976 e SMITH, 1982). Portanto até a idade de ocupação plena do sítio, povoamentos mais densos produzirão maior volume total de madeira e espaçamentos maiores

produzirão um número mais elevado de árvores com maior volume individual e menor porção de casca total. Devido a isto há uma tendência de se recomendar espaçamentos mais amplos para povoamentos onde se extrai madeira para produção de celulose, chapas ou compensados e espaçamentos mais apertados para lenha ou carvão.

PEREIRA et alii (1983), para 10 espaçamentos diferentes em *E grandis*, em Itamarandiba-MG, concluiu que para a produção de madeira para carvão vegetal, com corte aos 5 anos, o espaçamento deverá variar entre 2,5 a 3,5m<sup>2</sup> por planta, ou seja de 3000 a 4000 plantas por ha. COELHO et alii (1970) observaram o comportamento de várias espécies de *Eucalyptus* face ao espaçamento, em Itupeva-SP; para *E grandis*, aos 5 anos de idade, a produção volumétrica no espaçamento 3,0m x 1,5m foi de 327,3 estéreos/ha e no de 3,0m x 2,0m foi 300,1 estéreos/ha. O espaçamento mais amplo reduz 25% do número de árvores por unidade de área, mas no final a produção é compensada pois terá um maior volume real, devido à menor percentagem de casca produzida pela madeira mais grossa, que é o ideal para se obter um maior rendimento industrial na produção de chapas e de celulose.

Quanto à sobrevivência, tem sido verificado que espaçamentos muito reduzidos, as mortes são devidas a alta competição intra específica e, em espaçamentos mais amplos, as mortes são atribuídas a: ao acaso, competição com o mato, doenças, fogo, roedores, etc.; além do sítio ficar mais exposto à deterioração pelo vento, chuva, endurecimento e pastagem de animais (FISHWICK, 1976).

Schonau (1974), citado por MELLO et alii (1976), verificou para *E grandis* plantado sob diversos espaçamentos em Petermaritzburg, que a mortalidade das plantas não estava relacionada com os espaçamentos iniciais e nem com os desbastes executados durante o ciclo de desenvolvimento.

PEREIRA et alii (1983), para *E. grandis* no município de Itamarandiba-MG, plantado em 10 espaçamentos diferentes, não encontrou diferença na sobrevivência até aos 3 anos de idade. Por outro lado, GUIMARÃES (1965) verificou que a sobrevivência de *E. saligna*, aos 8 anos de idade, foi afetada pelo espaçamento; enquanto nos espaçamentos inferiores a 2m<sup>2</sup>/planta a sobrevivência foi da ordem de 38%, nos acima de 4,5m<sup>2</sup>/planta ela foi aproximadamente de 56%. Assim nota-se que quanto mais denso for o plantio maior será a

eliminação de indivíduos, devido a maior competição entre as árvores.

## 2.2. Ensaio de progênies e estimação de parâmetros genéticos

A base do melhoramento florestal é a seleção que atua sobre a variação genética existente entre indivíduos. A melhor forma de avaliar o valor das árvores é através do desempenho de suas progênies (ZOBEL & TALBERT, 1984). Os principais objetivos de um teste de progênies são: estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos, produção de semente melhorada, geração de indivíduos para seleção recorrente, e para a conservação genética da população (KAGEYAMA, 1980; SHIMIZU et alii, 1982; ZOBEL & TALBERT, 1984).

As progênies podem ser obtidas por polinização livre, que são as famílias de meio irmãos ou controlada que são as famílias de irmãos germanos (SHIMIZU et alii, 1982). Segundo SHELBOURNE & COCKREM (1989), o teste de progênies utilizando famílias de meio irmãos é o mais fácil e barato, sendo por isso mais utilizado do que os testes de progênies oriundas de polinização controlada.

Os testes de progênies para melhoramento genético estão sempre relacionados com a seleção e a utilização do material genético; este processo aplicado durante várias gerações tende a restringir a variabilidade genética. As seleções se concentram em um ou poucos caracteres, dependendo da finalidade a que a matéria prima se destina (SHIMIZU et alii, 1982).

Segundo KAGEYAMA (1980) as características das árvores, que são importantes no melhoramento, poderiam ser agrupadas em características de crescimento, características de forma do tronco, características de constituição da madeira e outras; a altura total, o diâmetro (DAP) e o volume da madeira, que são características de crescimento, podem ser consideradas as mais importantes, devido ao seu valor econômico.

COMSTOCK e ROBINSON (1948) desenvolveram os conceitos inicialmente enunciados por Fisher em 1918 e Wright em 1915, em termos de obtenção dos componentes de variância genética a partir de famílias de meio-irmãos e de irmãos-germanos, ocorrendo desde então, um grande



avanco na estimacão dos parâmetros genéticos. Segundo FALCONER (1981), qualquer componente de variância entre grupos de indivíduos aparentados é igual  covariância dos membros desse grupo. Dessa forma a variância entre as médias de famílias de meio-irmãos estima a covariância genotípica de meio-irmãos, a qual equivale a 1/4 da variância aditiva. Qualquer estimativa aditiva obtida dessa forma conter também 1/16 da variância epistática aditiva por aditiva, mais 1/64 da variância epistática aditiva por aditiva por aditiva e assim por diante. Contudo, VENCOVSKY (1987) salienta que, em populações panmíticas as variâncias epistáticas têm valores muito pequenos, sendo normalmente desprezadas.

Nos testes de progênies em essências florestais no Brasil, a maioria dos trabalhos utiliza, para obter os parâmetros genéticos, a metodologia descrita por VENCOVSKY (1987). Como todo parâmetro genético estimado existe erro, este deve ser estimado para se poder realizar interpretações com maior segurança (SHIMIZU et alii, 1982). A estimativa dos erros associados aos componentes de variância é obtida conforme as expresses apresentadas por VELLO E VENCOVSKY (1974). Segundo eles, existe uma tendência de se diminuir as estimativas dos erros associados aos coeficientes estimados,  medida que se aumenta o número de plantas por parcela e o número de repetições nos ensaios.

A herdabilidade de um carater quantitativo se define como o quociente entre a variância genética e a variância fenotípica (FALCONER, 1981). A herdabilidade é uma ferramenta valiosa no planejamento de programas de melhoramento que envolvam seleção, pois esta informa a quantidade da variabilidade fenotípica que pode ser usada na seleção. Segundo DUDLEY E MOLL (1969), a herdabilidade pode ser no sentido amplo e restrito; no amplo, é a relação entre a variância genética e a variância fenotípica. O valor da herdabilidade varia de 0 a 1; quando esta  alta diz-se que o caráter é de fácil seleção, ocorre ao contrário quando seu valor  baixo.

A herdabilidade é uma propriedade não somente de um caráter, mas também da população, desenvolvendo-se em ambiente e tempo específico, onde variações das herdabilidades refletem diferenças entre as populações ou as condições sob as quais elas foram estudadas (FALCONER, 1981). Isto explica os dados de KAGEYAMA (1980), que obteve para a altura de *E. grandis* em 5 locais, herdabilidades a nível de

plantas iguais a 0,11, 0,24, 0,25, 0,34 e 0,39 para cada local.

ROBINSON e COCKEHRAM (1985) ressaltam que os parâmetros genéticos estimados devem ser independentes dos efeitos ambientais, condição que se satisfaz se não houver interação com o ambiente. Através do teste de genótipos em uma série de ambientes pode-se estimar a interação genótipo x ambiente e separá-la da variância genética.

A maioria dos caracteres de importância econômica, tal como a produção, pode envolver diversos caracteres relacionados, fazendo com que o grau de correlação genotípica e fenotípica dos caracteres seja um parâmetro importante (KAGEYAMA, 1980).

Segundo VENCOVSKY (1987), existem duas causas de correlação entre caracteres: a causa genética e a causa ambiental. A correlação devido a causas genéticas, mede a associação genética entre as duas características, interfere ou participa na seleção, sendo causada por efeitos pleiotrópicos dos genes ou então por falta de equilíbrio de ligação, sendo esta última transitória. O ambiente é uma causa de correlação nos casos em que dois ou mais caracteres utilizam dos mesmos fatores ambientais.

As correlações, tanto genética como fenotípica, entre as características de crescimento em florestas são, em geral, bastante altas e positivas (SHIMIZU et alii, 1982). ASSIS et alii (1983) obtiveram, para famílias de meio-irmãos de *E. grandis* aos quatro anos de idade, correlação genotípica de 0,98, 0,95 e 1,00 entre altura e DAP, altura e volume e volume e DAP respectivamente; outros trabalhos de ASSIS et alii (1983a, 1983b e 1983c), com *E. citriodora*, *E. paniculata* e *E. cloesiana*, mostraram correlações genotípicas e fenotípicas semelhantes a estas.

### 2.2.1. Interação genótipo x ambiente

A interação genótipo x ambiente foi definida por Barnes et alii (1984), citados por BILA (1988), como a falta de uniformidade das diferenças entre os genótipos em vários ambientes; a sua presença indica que em uma comparação entre genótipos, um pode ser melhor num ambiente e medíocre em outro.

A interação genótipo x ambiente pode ser expressa utilizando-se uma extensão do modelo de comportamento fenotípico:  $F = G + E + GE$ , onde F é o valor fenotípico; G é o efeito genético; E é o efeito do ambiente e GE é o efeito da interação genótipo x ambiente. O termo genótipo é usado para designar os diferentes níveis de organização genética como a espécie, a procedência, progênie ou clone. Por ambiente se refere a condições climáticas, edáficas e bióticas em que se desenvolvem os genótipos, incluindo as condições artificialmente criadas, através do preparo do solo, fertilização, espaçamento, tratos culturais e outras técnicas silviculturais (BILA, 1988 e KAGEYAMA, 1986).

Segundo VENCovsky (1987), a interação genótipo x ambiente é composta de duas partes: uma devida a diferença de variabilidade genética do material entre os ambientes, considerada a parte simples da interação; a outra, considerada complexa, além de ser função das variabilidades genéticas é também função da falta de correlação que pode ser alta ou baixa.

ZOBEL e TALBERT (1984) salientam que, para avaliar a presença da interação genótipo x ambiente, deve-se instalar testes de procedências ou progênies em mais de um ambiente. Nos testes de progênie a estimativa da variância genética é confundida com o componente de interação progênie x ambiente, quando esses são realizados em só um ambiente, conduzindo a uma superestimação do ganho esperado com a seleção, quando esse material obtido for recomendado para outras condições (MOLL & STUBER, 1977 e ZOBEL & TALBERT, 1984).

Na Austrália, a interação genótipo x ambiente em *Pinus radiata* é responsável pela redução de 13% no ganho para seleção entre famílias e 5% no ganho para seleção massal (MATHESON & RAYMOND, 1984). MORI et alii (1986) relataram interação genótipo x ambiente em *E. urophylla*, aos 7 anos, em 3 locais, sendo 2 em Minas Gerais e 1 no Espírito Santo, onde as perdas foram 28,73% para volume cilíndrico, 15,74% para DAP e 8,14% para altura de plantas se não for considerada a interação.

Diferentes soluções para resolver o problema da interação têm sido propostas: uma alternativa é a regionalização do programa de melhoramento, isto é, dividir o programa em áreas que apresentem condições ambientais semelhantes. No caso de espécies florestais a

interação pode ser capitalizada no processo seletivo, bastando para isso restringir a recomendação do material para o local em que foi avaliado. Outra alternativa é omitir as famílias que são susceptíveis à variação ambiental, isto é selecionar genótipos que mostram pouca interação genótipo x ambiente numa ampla variedade de condições ambientais (MATHESON & RAYMOND, 1984 e ZOBEL & TALBERT, 1984).

O conhecimento da interação progênie x espaçamento ainda é restrito. Contudo os trabalhos realizados têm mostrado que há tendência das progênies terem comportamento não coincidente em função do espaçamento. Assim é, que Daniels (1984), citado por PATIÑO-VALERA (1986), relata que clones de *Populus* sp apresentam respostas diferentes quando crescem sob espaçamentos diferentes. Para clones de *Eucalyptus* sp, MORA (1986) encontrou interação clone x espaçamento não significativa, com uma tendência a aumento da interação com o decorrer da idade. PATIÑO-VALERA (1986) verificou para progênies de *E. saligna*, em dois espaçamentos, a ausência de interação progênie x espaçamento para todas as características de crescimento estudadas, entretanto para volume do cilindro aos 32 meses, quando se fez o desdobramento da interação obteve-se valores significativos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material genético

Os dados utilizados nessa dissertação foram gentilmente cedidos pela CAF - Companhia Agro-florestal de Santa Bárbara e obtidos através da avaliação de 100 progênies de meio-irmãos de *Eucalyptus pyrocarpa* L. Johnson & Blaxell, de árvores procedentes do local de origem do *E. pyrocarpa* na Austrália.

#### 3.2. Localização

A área utilizada para implantação do experimento situa-se no município de Carbonita - MG, aproximadamente a 17°44' de latitude sul e 43°14' de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 726m. O clima é sub-tropical úmido sub-úmido, com temperatura média anual de 20°C. A precipitação anual é de 1263mm e está concentrada nos meses de outubro a março. O inverno apresenta de 4 a 6 meses secos, com um déficit hídrico entre 60 a 120mm anuais. A evapotranspiração potencial anual varia entre 900 a 1100mm. A cobertura vegetal primária era constituída por cerrado (GOLFARI, 1975 e MENDES et alii, 1983).

### 3.3. Instalação e condução dos experimentos

Foram utilizados três espaçamentos: 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m e 3,0m x 2,0m. Para cada espaçamento foi conduzido um experimento distinto próximo um do outro. Em cada experimento foi utilizada uma bordadura dupla.

Os experimentos foram instalados em 5 de agosto de 1981, usando-se uma fertilização NPK 10-28-6 + micro; a adubação por área foi de 250 Kg/ha e por cova, variou de acordo com o espaçamento, sendo: 75g para o espaçamento 2,0m x 1,5m, 112g para o de 3,0m x 1,5m e 150g para o de 3,0m x 2,0m. Tomaram-se todos os cuidados preconizados para os ensaios desta natureza, ressaltando a não formação e queima de leiras na área do ensaio e combate rigoroso às formigas cortadeiras.

### 3.4. Delineamento experimental

O delineamento usado para cada espaçamento foi látice 10 x 10 com três repetições. Entre as repetições foi colocado uma linha única de testemunha comercial. Cada parcela foi constituída por cinco plantas, em uma única linha.

### 3.5. Avaliação dos experimentos

A avaliação dos experimentos foi feita aos 82 meses de idade, coletando-se dados de altura total, CAP (circunferência à altura do peito) e sobrevivência das plantas.

A medição de altura e CAP foi efetuada a nível de plantas individuais utilizando o hipsômetro "Blume-leiss" e uma fita métrica, respectivamente. Para a sobrevivência de plantas, os dados foram considerados a nível de totais de parcela, obtida pela contagem de plantas vivas em cada parcela e expressas em termos percentuais em relação ao número total de plantas que deveria conter a parcela.

Para a análise estatística e determinação dos parâmetros genéticos, foram utilizados a altura média (H) por parcela, em metros;

o diâmetro a altura do peito (DAP) médio por parcela, em cm, obtido a partir do CAP; logaritmo do volume cilíndrico médio por parcela, em  $\log \text{ cm}^3$ , obtido a partir das médias de altura e CAP da parcela; os dados de sobrevivência média das parcelas foram transformados para

$$\sqrt{\%sobr + 0,5} \times 100.$$

### 3.6. Análise estatística dos dados

Todas as características foram submetidas a análise de variância. As análises de variância foram realizadas inicialmente por espaçamento e posteriormente foi feita a análise conjunta (GOMES, 1982).

#### 3.6.1. Análise de variância para cada espaçamento

O modelo matemático usado para as análises individuais, considerando-se todos os efeitos como aleatórios exceto a média, foi o seguinte:

$$y_{ijkl} = m + p_i + b_{j(k)} + r_k + e_{(ijk)} + v_{(ijkl)}$$

onde:  $y_{ijkl}$ : é o valor observado referente a progênie  $i$ , no bloco  $j$  dentro da repetição  $k$ ;

$m$ : média geral

$p_i$ : é o efeito da progênie  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, 100$ ;

$b_{j(k)}$ : é o efeito do bloco  $j$  dentro da repetição  $k$ ,  $j = 1, 2, \dots, 10$ ;

$r_k$ : é o efeito da repetição  $k$ ,  $k = 1, 2, 3$ ;

$e_{(ijk)}$ : erro experimental associado a observação  $y_{ijk}$ .

$v_{(ijkl)}$ : efeito da planta  $l$ , da progênie  $i$ , do bloco  $j$  e da repetição  $k$ .

Utilizou-se na análise de variância dados médios por parcela. A variância dentro foi estimada apenas para DAP e altura. O modelo de análise de variância com as respectivas Esperanças do Quadrado Médio é apresentado na Tabela 1.



TABELA 1 - Esquema das análises de variância para as análises por densidade de plantio e conjunta.

FV	g.l.	QM	ECQM
<b>(látice) - anava usando-se as médias dos tratamentos ajustados</b>			
Prog. aj.	a-1	$Q_1$	$\frac{1}{N} \sigma_d^2 + \sigma_o^2 + r\sigma_p^2$
Er ef	(f-1)(rf-f-1)	$Q_2$	$\frac{1}{N} \sigma_d^2 + \sigma_o^2$
Var dentro	N-1	$Q_3$	$\sigma_d^2$
<b>análise de variância conjunta</b>			
Dens. (D)	s-1	$Q_4$	$\frac{1}{N} \sigma_d'^2 + \sigma_o'^2 + \frac{rs}{s-1} \sigma_{PD}^2 + \frac{1r}{s-1} \sum D_o^2$
Prog. (P)	a-1	$Q_5$	$\frac{1}{N} \sigma_d'^2 + \sigma_o'^2 + rs \sigma_p'^2$
D x P	(s-1)(a-1)	$Q_6$	$\frac{1}{N} \sigma_d'^2 + \sigma_o'^2 + \frac{rs}{s-1} \sigma_{PD}^2$
Er médio	s(f-1)(rf-f-1)	$Q_7$	$\frac{1}{N} \sigma_d'^2 + \sigma_o'^2$
Var dentro	N'-1	$Q_8$	$\sigma_d'^2$

onde: a: número de progênies testadas;

r: número de repetições;

f: fator do látice = 10;

s: número de espaçamentos testados;

$\sigma_o^2$  e  $\sigma_o'^2$ : variância do erro ambiental entre as parcelas;

N: média harmônica do número de plantas por parcela=4,2624;

$\frac{s}{s-1}$ : fator de restrição de Steel e Torrie, que acompanha componentes de interação, onde um dos interagentes é de efeito fixo e o outro aleatório;

N e N': número total de plantas por experimento e na análise conjunta respectivamente.

### 3.6.2. Análise de variância conjunta

O modelo matemático da análise conjunta considerando o efeito do espaçamento e da média como fixo e os demais como aleatório foi o seguinte:

$$Y_{i(s)jkv} = m + p_i + d_s + (pd)_{is} + b_{j(ks)} + r_{k(s)} + e_{(i)sk} + v_{(i)skv}$$

onde:  $Y_{i(s)jkv}$ : é o valor observado referente a parcela que recebeu a progênie  $i$  no espaçamento  $s$ , no bloco  $j$  e na repetição  $k$ ;

$m$ : é a média geral;

$p_i$ : é o efeito da progênie  $i$ ,  $i = 1, 2, \dots, 100$ ;

$d_s$ : é o efeito do espaçamento  $s$ ,  $s = 1, 2, 3$ ;

$(pd)_{is}$ : é o efeito da interação entre a progênie  $i$  com o espaçamento  $s$ ;

$b_{j(ks)}$ : é o efeito do bloco  $j$  dentro da repetição  $k$  e do espaçamento  $s$ ;

$r_{k(s)}$ : é o efeito da repetição  $k$  dentro do espaçamento  $s$ ;

$e_{(i)sk}$ : é o erro experimental médio;

$v_{(i)skv}$ : efeito da planta  $w$ , da progênie  $i$ , no bloco  $j$ , repetição  $k$  e no espaçamento  $s$ .

O resumo da análise de variância conjunta é apresentado na Tabela 1. Foi realizada também uma análise de variância conjunta de todas as combinações de espaçamento dois a dois, visando o estudo da interação.

### 3.7. Estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos

#### 3.7.1. Estimativas dos componentes de variância e covariância

A partir das Esperanças dos Quadrados Médios (Tabela 1) foram estimados os seguintes componentes de variância:

Variância fenotípica dentro da parcela ( $\hat{\sigma}_d^2$ ) para cada espaçamento:

$$\hat{\sigma}_d^2 = Q_3$$

Variância fenotípica dentro da parcela ( $\hat{\sigma}_d^{2'}$ ) independente do espaçamento:

$$\hat{\sigma}_d^{2'} = Q_3$$

Variância do ambiente entre parcelas ( $\hat{\sigma}_o^2$ ) para cada espaçamento:

$$\hat{\sigma}_o^2 = Q_2 - \frac{Q_3}{n}$$

Variância do ambiente entre parcelas ( $\hat{\sigma}_o^{2'}$ ) independente do espaçamento:

$$\hat{\sigma}_o^{2'} = Q_2 - \frac{Q_3}{n}$$

Variância genética entre progênies ( $\hat{\sigma}_p^2$ ) para cada espaçamento:

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

Considerando que a covariância genética entre as progênies nos espaçamentos dois a dois é igual a variância genética sem a interação, uma vez que não há associação dos efeitos ambientais em que as progênies estão submetidas nos dois espaçamentos, pode-se estimar a

variância genética entre as progênies ( $\hat{\sigma}_P^2$ ) para os espaçamentos em conjunto, nessa condição, sem o efeito da interação, pela expressão:

$$\hat{\sigma}_P^2 = \frac{\hat{cov}_{gab} + \hat{cov}_{gac} + \hat{cov}_{gbc}}{3}$$

onde  $\hat{cov}_g$  é a covariância genética entre as progênies nos espaçamentos dois a dois expresso por:  $\hat{cov}_{gab}$ ,  $\hat{cov}_{gac}$  e  $\hat{cov}_{gbc}$ , onde as letras a, b e c representam os espaçamentos 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m e 3,0m x 2,0m respectivamente.

Variância fenotípica média entre as progênies ( $\hat{\sigma}_F^2$ ) para cada espaçamento:

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

Variância fenotípica média entre as progênies ( $\hat{\sigma}_F^2$ ) independente do espaçamento:

$$\hat{\sigma}_F^2 = \frac{Q_5}{(r \times s)}$$

Variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_A^2$ ) para cada espaçamento obtida pela seguinte expressão (VENCOVSKY, 1987):

$$\hat{\sigma}_A^2 = 4 \times \hat{\sigma}_P^2$$

Variância genética aditiva ( $\hat{\sigma}_A^2$ ) independente do espaçamento, sem o efeito da interação:

$$\hat{\sigma}_A^2 = 4 \times \hat{\sigma}_P^2$$

No caso da análise conjunta além destas variâncias estimadas também a variância da interação progênie x espaçamento ( $\hat{\sigma}_{PD}^2$ ) foi obtida pela expressão :

$$\hat{\sigma}_{PD}^2 = \frac{Q_6 - Q_7}{r} \times \frac{s-1}{s}$$

O erro da estimativa de variância da interação progênie x espaçamento, foi obtido pela expressão:

$$V(\hat{\sigma}_{PD}^2) = \frac{2}{r^2} \times \left[ \frac{(Q_6)^2}{g1_{PD} + 2} + \frac{(Q_7)^2}{g1_{or} + 2} \right] \times \frac{(s-1)^2}{s^2}$$

### 3.7.2. Estimativa da herdabilidade

A herdabilidade no sentido restrito ao nível de média de progênies ( $h_m^2$ ), foi obtida pela expressão (VENCOVSKY, 1987):

para cada espaçamento:  $h_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_E^2}$

para a média dos três espaçamentos:  $h_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_p'^2}{\hat{\sigma}_E'^2}$

Obteve-se também a herdabilidade no sentido restrito entre plantas ( $h^2$ ) (VENCOVSKY, 1987):

$$\text{para cada espaçamento: } \hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2}$$

$$\text{para a média dos três espaçamentos: } \hat{h}^{2'} = \frac{\hat{\sigma}_A^{2'}}{\hat{\sigma}_d^{2'} + \hat{\sigma}_e^{2'} + \hat{\sigma}_p^{2'} + \hat{\sigma}_{PD}^{2'}}$$

Os erros associados às estimativas de herdabilidade a nível de média e entre plantas no sentido restrito, foram calculados pela metodologia proposta por VELLO & VENCOVSKY (1974):

$$s(\hat{h}_m^2) = \sqrt{\frac{2}{gl_{prg} + 2} + \frac{2}{gl_{er} + 2}} \times (1 - h_m^2)$$

$$s(\hat{h}^2) = \sqrt{\frac{2}{gl_{prg} + 2} + \frac{2}{gl_{er} + 2}} \times (1 - h^2)$$

onde:  $gl_{prg}$  e  $gl_{er}$ : corresponde ao grau de liberdade da progênie e do erro respectivamente.

### 3.7.3. Estimativa do ganho esperado com a seleção

Obteve-se a estimativa do ganho esperado com a seleção (GS) das 25 melhores progênies pela expressão, de acordo com VENCovsky (1987):

$$\text{para cada espaçamento: } GS_i = h_m^2 \times ds$$

$$\text{na média dos três espaçamentos: } GS'_i = h_m^{2'} \times ds'$$

onde  $ds$  e  $ds'$  é o diferencial de seleção que é igual a média das progênies selecionadas (25% do total) menos a média das progênies para cada espaçamento e na média dos espaçamentos respectivamente.

### 3.7.4. Estimativas da correlação genética das progênies entre os espaçamentos estudados

Obteve-se a correlação genética das características das progênies ( $r_{dxy}$ ) entre os espaçamentos, dois a dois pela expressão:

$$r_{dxy} = \frac{\text{cov}_{dxy}}{\sqrt{\sigma_{Px}^2 \times \sigma_{Py}^2}}$$

onde  $x$  e  $y$  : representam dois espaçamentos diferentes que são comparados;

$\sigma_{Px}^2$  e  $\sigma_{Py}^2$  : é a variância das progênies nos espaçamentos  $x$  e  $y$  respectivamente

$\text{cov}_{dxy}$  : é a covariância genética entre as progênies nos espaçamentos  $x$  e  $y$ , que pode ser  $\text{cov}_{gab}^2$ ,  $\text{cov}_{dac}^2$  ou  $\text{cov}_{abc}^2$ , onde as letras  $a$ ,  $b$  e  $c$  representam os espaçamentos 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m e 3,0m x 2,0m respectivamente;



### 3.7.5. Decomposição da interação progênie x espaçamento

A interação progênie x espaçamento foi decomposta em parte simples e complexa, segundo a expressão proposta por VENCovsky (1987):

$$\sigma_{PDxy}^2 = \frac{1}{2} (\sigma_{Px} - \sigma_{Py})^2 + \sigma_{Px} \sigma_{Py} (1 - r_{\alpha xy})$$

onde  $\sigma_{PDxy}^2$ : interação progênie x espaçamento, pode ser  $\sigma_{PDab}^2$ ,  $\sigma_{PDac}^2$  ou  $\sigma_{PDbc}^2$ , onde as letras a, b e c representam os espaçamentos 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m e 3,0m x 2,0m respectivamente;

$1/2 (\sigma_{Px} - \sigma_{Py})^2$ : parte simples da interação, que é devida a diferença de variabilidade das progênies nos dois espaçamentos;

$\sigma_{Px} \sigma_{Py} (1 - r_{\alpha xy})$ : parte complexa da interação, que é em função da falta de correlação entre as progênies de um espaçamento para outro ( $1 - r_{\alpha xy}$ ) e também função das variabilidades genéticas dentro de cada espaçamento ( $\sigma_{Px}$  e  $\sigma_{Py}$ ).

### 3.7.6. Eficiência de seleção

Para verificar o efeito da interação, foi estimada a eficiência de seleção (ES), considerando as diferentes opções que a seleção poderia ser realizada, pela expressão apresentada por HAMBLIM e ZIMMERMANN (1986):

$$E.S. = \frac{A - C}{B - C} \times 100$$

onde A: número de progênies comuns nas duas condições consideradas;  
B: número de progênies selecionadas na condição escolhida;  
C: número esperado de progênies em comum nos espaçamentos, unicamente devido ao acaso, que é igual a 10% de B.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. Comportamento das progênies quanto ao crescimento e sobrevivência

###### 4.1.1. Altura das plantas

Os resumos das análises de variância para cada um dos espaçamentos considerados estão apresentadas na Tabela 2. Ao contrário de PATIÑO-VALERA (1986) que, no estudo de progênies de *E. saligna*, obteve maior eficiência do látice no espaçamento menor, aqui constatou-se que o látice foi mais eficiente quando se utilizou o maior espaçamento; um maior espaçamento representa uma maior área ocupada pela repetição, o que evidentemente deve contribuir para uma maior heterogeneidade dentro do bloco e conseqüentemente o uso do látice possibilitou um melhor controle dessa heterogeneidade.

Com relação à precisão dos ensaios, observa-se que os CVs foram semelhantes. GARCIA (1989) fez um levantamento de 146 projetos de pesquisa que envolviam espécies do gênero *Pinus* e *Eucalyptus* e avaliou os coeficientes de variações destes trabalhos, fornecendo Tabelas de avaliação para CVs que servem de referência ao pesquisador para verificar se os resultados obtidos estão dentro de uma faixa de valores esperados, numa boa exatidão de análise, ou se o erro está excessivamente alto refletindo heterogeneidade do material. Dessa forma, se adotado os critérios apresentados por GARCIA (1989) a estimativa do CV pode ser considerada média.

**TABELA 2** Análise de variância das progênes de *Eucalyptus pyrocarpa* para cada espaçamento, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais

FV	g l	QM			
		Alt. (m)	DAP (cm)	Vol (logcm <sup>3</sup> )	Sobrev.
<b>ESPAÇAMENTO 2,0m X 1,5m</b>					
Progênes	99	8,192**	5,536**	0,126**	96,100**
Erro	171-198	1,869	2,107	0,040	43,746
Var dentro	1330	6,326	8,843	—	—
Ef látice		105	102	—	—
CV%		10,53	15,63	4,06	5,63
Média		12,98	9,29	0,095m <sup>3</sup>	88,73%
Média				4,919 <sup>k</sup>	117,53 <sup>k</sup>
<b>ESPAÇAMENTO: 3,0m X 1,5m</b>					
Progênes	99	5,740**	6,137**	0,097**	89,757**
Erro	171-198	1,823	2,231	0,032	33,130
va. dentro	1330	5,649	9,716	—	—
Ef látice		101	101	—	—
CV%		9,61	13,62	3,52	4,89
Média		14,04	10,97	0,141m <sup>3</sup>	89,33%
Média				5,103 <sup>k</sup>	117,82 <sup>k</sup>
<b>ESPAÇAMENTO: 3,0m X 2,0m</b>					
Progênes	99	4,766**	6,847**	0,068**	49,189**
Erro	171-198	2,024	2,965	0,034	29,530
Var dentro	1382	4,874	8,386	—	—
Ef látice		116	111	—	—
CV%		9,21	13,83	3,50	4,56
Média		15,44	12,45	0,109m <sup>3</sup>	92,20%
Média				5,257 <sup>k</sup>	119,10 <sup>k</sup>

\*\* significativo a nível de 1% de probabilidade pelo teste de F;

171-198 corresponde ao g.l para o erro quando utilizou-se látice e delineamento em blocos casualizados respectivamente;

<sup>k</sup> indica as médias de sobrevivência em  $\sqrt{\%sob. + 0,5} \times 100$  e de volume em logaritmo



Constatou-se, também que a variação entre progênies foi altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ) em todos os espaçamentos avaliados. Isto mostra que é possível ter sucesso na seleção desses materiais, em qualquer um dos espaçamentos. A existência de variabilidade entre as progênies pode ser constatada pelo resultado médio de cada progênie apresentado no Apêndice 1, onde as médias de altura total foram 13,0m, 14,0m e 15,4m com as respectivas amplitudes de variação de 62,7%, 46,6% e 38,9% do valor da média para os espaçamentos 2,0m x 1,5m, 3,0 x 1,5m e 3,0m x 2,0m respectivamente.

Em Grão Mogol e Belo Oriente, pertencentes a região ecológica semelhante a de Carbonita, de acordo com GOLFARI (1975), CARVALHO (1989) encontrou, para clones de *E. grandis* no espaçamento de 3,0m x 2,0m, aos 30 meses de idade, altura média de 12,7m para os dois locais. Comparando-se com o *E. pyrocarpa* o *E. grandis* parece ter maior potencial para desenvolver em altura, pois na idade de 30 meses tem altura próxima ao *E. pyrocarpa* com 82 meses, no espaçamento 2,0m x 1,5m. Contudo em plantios comerciais de *E. grandis*, em Carbonita, esse apresentou aos 81 meses uma altura média de 11,6m para o espaçamento 3,0m x 1,5m (SOUZA, 1989), inferior à obtida pelo *E. pyrocarpa* aos 82 meses no mesmo espaçamento. A falta de concordância entre as médias do *E. grandis* talvez se deva a diferenças de materiais genéticos e ambientes. Também em Grão Mogol e Belo Oriente, 30 progênies de *E. urophylla*, oriundas de Ilha das Flores na Indonésia, aos 7 anos, obtiveram altura média de 11,9m e 15,8m respectivamente, no espaçamento de 3,0m x 2,0m (MORI et alii, 1988). Observa-se, então, que o *E. pyrocarpa* tem altura média próxima aos *Eucalyptus* já testados na região, com o adicional que no teste de progênies do *E. pyrocarpa* a amplitude de variação foi acentuada, o que possibilita antever o sucesso na seleção de progênies com médias de altura ainda superiores.

O resumo da análise conjunta é apresentado na Tabela 3. Observa-se que o CV da análise foi inferior a 6%, considerado baixo de acordo com os critérios de GARCIA (1989). O teste de F foi altamente significativo ( $P \leq 0,01$ ) para os efeitos de progênies e espaçamento e significativo ( $P \leq 0,05$ ) para a interação progênie x espaçamento.

TABELA 3 - Análise de variância conjunta das progênies de *Eucalyptus pyrocarpa*, para os três espaçamentos, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.

FV	g.l.	QM			
		Alt. (m)	DAP (cm)	Vol (logcm <sup>3</sup> )	Sobrev.
Prog. (P)	99	12,420**	13,503**	0,213**	148,400**
Espaç. (D)	2	456,876**	752,211**	8,583**	208,980**
P X D	198	2,139*	2,508**	0,039*	44,322*
Er. médio	513-594	1,905	2,434	0,035	35,469
Var. dentro	4051	5,616	8,982	—	—
CV%		5,97	8,39	2,22	3,25
Média		14,155	10,903	0,145m <sup>3</sup>	90,09%
Média				5,093 <sup>k</sup>	118,15 <sup>k</sup>

\*\* - significativo a nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F

\* - significativo a nível de 5% de probabilidade

513-594 : corresponde ao g.l. para o erro quando utilizou-se látice e delineamento em blocos casualizados respectivamente;

<sup>k</sup> : indica as médias de sobrevivência em  $\sqrt{\%sob. + 0,5} \times 100$  e de volume em logaritmo.

O histograma do desempenho médio em altura, para os três espaçamentos, é apresentado na Figura 1; constata-se que a média da análise conjunta foi de 14,2m e que a altura variou de 10,4 a 16,1m. Observa-se na Figura 2, para o intervalo de 3 a 6m<sup>2</sup>/planta, que quanto maior o espaçamento maior é a altura obtida, de acordo com a equação de regressão estimada. O acréscimo de 1m<sup>2</sup> no espaçamento irá acarretar um aumento de 0,82m em altura. Os resultados de MORA (1986) e PATIÑO-VALERA (1986) para clones de *Eucalyptus* e paraprogênies de *E. saligna* respectivamente, concordam com as observações de que ocorre um aumento na altura média com o aumento do espaçamento. Em relação à amplitude de variação em altura ocorreu o contrário, obtendo-se uma amplitude de variação maior nos espaçamentos menores.

A interação progênie x espaçamento significativa ( $P \leq 0,05$ ) indica que o comportamento das progênies não é coincidente nos três espaçamentos. Esta falta de coincidência é melhor visualizada na

Tabela 4, onde estão apresentadas as 25 famílias que obtiveram maiores valores de altura média para cada espaçamento. Nos trabalhos de MORA (1986) e FATIÑO-VALERA (1986) a interação com espaçamento não foi significativa; mas MORA (1986), que trabalhou com clones de eucaliptos nas idades de 12, 24 e 36 meses, alerta para uma tendência do aumento da interação com o aumento da idade. Assim, a ausência de interação obtida por esses autores pode ser resultante de uma avaliação precoce.

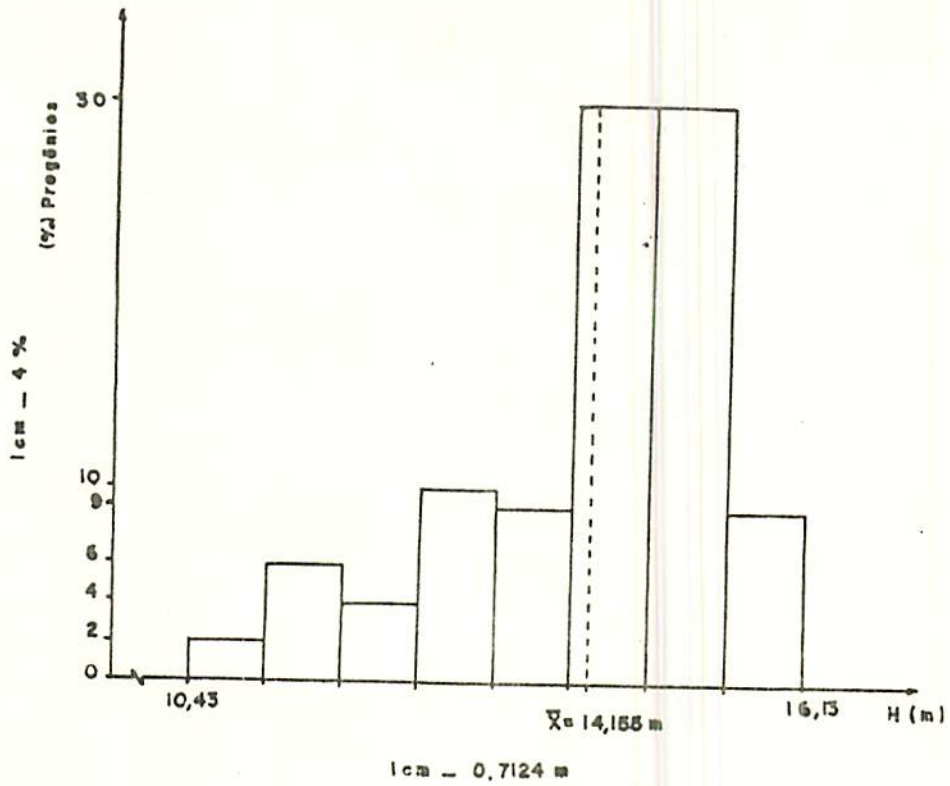


Figura 1 - Distribuição de frequência da altura total média nos três espaçamentos, em metros, para progênies de *E. pyrocarpa* aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.

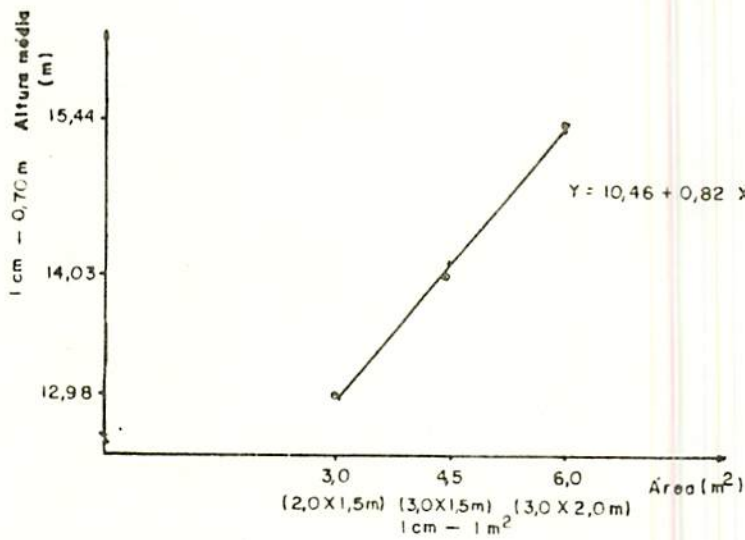


Figura 2 - Equação de regressão da altura média das progênies de *E. pyrocarpa* em função da área do espaçamento adotado.



TABELA 4 - Altura média, em metros, das 25 melhores progênies de *E. pyrocarpa*, em cada espaçamento e na média dos espaçamentos, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.

2,0m x 1,5m		3,0m x 1,5m		3,0m x 2,0m		Média	
Prog.	Altura	Prog.	Altura	Prog.	Altura	Prog.	Altura
88	15,39	3	16,07	78	17,70	78	15,77
60	15,18	25	15,98	99	17,52	48	15,67
44	14,89	14	15,86	39	17,14	25	15,58
59	14,67	48	15,80	34	17,13	14	15,50
48	14,60	24	15,79	25	17,02	4	15,47
31	14,57	64	15,75	56	16,89	31	15,46
78	14,52	36	15,66	33	16,86	24	15,44
56	14,43	4	15,59	38	16,73	64	15,44
83	14,37	8	15,56	4	16,73	33	15,41
77	14,35	31	15,51	54	16,72	63	15,33
14	14,33	63	15,51	16	16,71	36	15,32
27	14,32	58	15,51	7	16,67	88	15,32
19	14,29	30	15,49	24	16,67	60	15,32
64	14,27	44	15,47	60	16,64	34	15,29
33	14,25	81	15,20	3	16,63	39	15,28
12	14,24	20	15,15	48	16,60	8	15,27
16	14,23	7	15,12	12	16,56	3	15,27
39	14,20	33	15,12	18	16,55	16	15,25
58	14,13	78	15,08	9	16,54	44	15,25
35	14,13	57	15,03	27	16,50	54	15,22
63	14,10	34	15,01	36	16,50	83	15,17
4	14,09	80	15,00	1	16,49	57	15,07
41	14,06	41	14,99	63	16,36	80	15,04
55	14,06	54	14,99	57	16,36	38	14,98
97	14,05	19	14,99	8	16,35	12	14,97
médias:							
25%sel.	14,39		15,41		16,74		15,33
Total	12,98		14,04		15,44		14,15
ds	1,41		1,37		1,30		1,18

ds : é o diferencial de seleção = média das 25 progênies selecionadas menos a média das 100 progênies.



#### 4.1.2. Crescimento em diâmetro ( DAP )

Observa-se, para a variação em diâmetro, resultados das análises de variância semelhantes aos da altura (Tabela 2). Os CVs das análises individuais são considerados como médios, de acordo com as Tabelas de classificação dos coeficientes de variação de GARCIA (1989) e foram semelhantes nos três espaçamentos estudados. A eficiência do látice aumentou com o aumento do espaçamento, conforme ocorreu também para altura.

Os resultados mostraram diferenças ( $P \leq 0,01$ ) entre as 100 progênies testadas, nos três espaçamentos, indicando que existe potencial para a seleção das progênies com maior desempenho no DAP.

As médias foram 9,29cm, 10,97cm e 12,45cm para os espaçamentos 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m e 3,0m x 2,0m respectivamente. As amplitudes de variação foram 85,06%, 64,45% e 60,27% da média, para os espaçamentos 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m e 3,0m x 2,0m respectivamente. No apêndice 1 mostra-se a média de DAP de cada progênie para cada espaçamento. Observa-se que as amplitudes de variação do DAP são maiores que as da altura, se essas variações forem devido a efeitos genéticos então a seleção das progênies, baseada no DAP, fornecerá maior ganho na média de DAP do que o ganho na média de altura, para a seleção com base na altura.

Em Grão Mogol e Belo Oriente, CARVALHO (1989) obteve respectivamente para *E. grandis* aos 30 meses de idade, médias de DAP de 8,82 e 9,04cm enquanto MORI et alii (1988), para os mesmos locais, em *E. urophylla* aos 84 meses, obteve médias de 13,73 e 10,57cm de DAP respectivamente. Se for considerado o trabalho de GOLFARI (1975), que situa Grão Mogol, Belo Oriente e Carbonita na mesma região ecológica (Região nº6), pode-se comparar estes dados com o desenvolvimento do *E. pyrocarpa*, concluindo-se que este teve um bom desempenho de DAP, apesar desta espécie não constar como potencialmente apta, de acordo com GOLFARI (1975), para a região de Carbonita. O desempenho médio em DAP do *E. pyrocarpa* foi semelhante aos plantios de *E. grandis* em Carbonita, onde SOUZA (1989) constatou médias de 10,03cm de DAP no espaçamento 3,0m x 1,5m na idade de 81 meses e de 11,4cm de DAP no espaçamento de 3,0m x 2,0m na idade de 93 meses.

Na análise conjunta (Tabela 3), para os três espaçamentos, obteve-se diferenças significativas ( $P \leq 0,01$ ) para progênies, espaçamentos e interação progênies x espaçamento. O CV foi considerado baixo, de acordo com GARCIA (1989). A distribuição das progênies, de acordo com o DAP, pode ser melhor visualizada na Figura 3, onde 35% das progênies apresentaram DAP de 6,28 a 10,47cm, 61% de 10,74 a 12,52cm e 4% de 12,52 a 13,41cm. A média geral foi de 10,9cm, com uma amplitude de variação de 57,2% da média.

As médias de DAP foram maiores para os espaçamentos mais amplos, fato que concorda com os reportados por vários autores (COELHO et alii, 1970; GUIMARÃES, 1965; PATIÑO-VALERA, 1986 e MORA, 1986). O aumento na média do DAP se deu de forma linear com o aumento do espaçamento, dentro dos limites estudados de 3 a 6m<sup>2</sup>, onde para cada 1m<sup>2</sup> de acréscimo na área do espaçamento espera-se um aumento médio de 1,05cm no DAP (Figura 4).

Verificou-se, também, a presença de interação significativa entre espaçamento e progênies ( $P \leq 0,01$ ). Essa interação pode ser visualizada na Tabela 5, que mostra as 25 progênies que obtiveram melhor desempenho médio em DAP para cada espaçamento, onde se pode notar que houve uma baixa coincidência de materiais entre os espaçamentos. Estes resultados contrariam os obtidos por MORA (1986) e PATIÑO-VALERA (1986), que não detectaram interação entre o DAP e o espaçamento, para clones de eucalipto e progênies de *E. saligna* respectivamente.

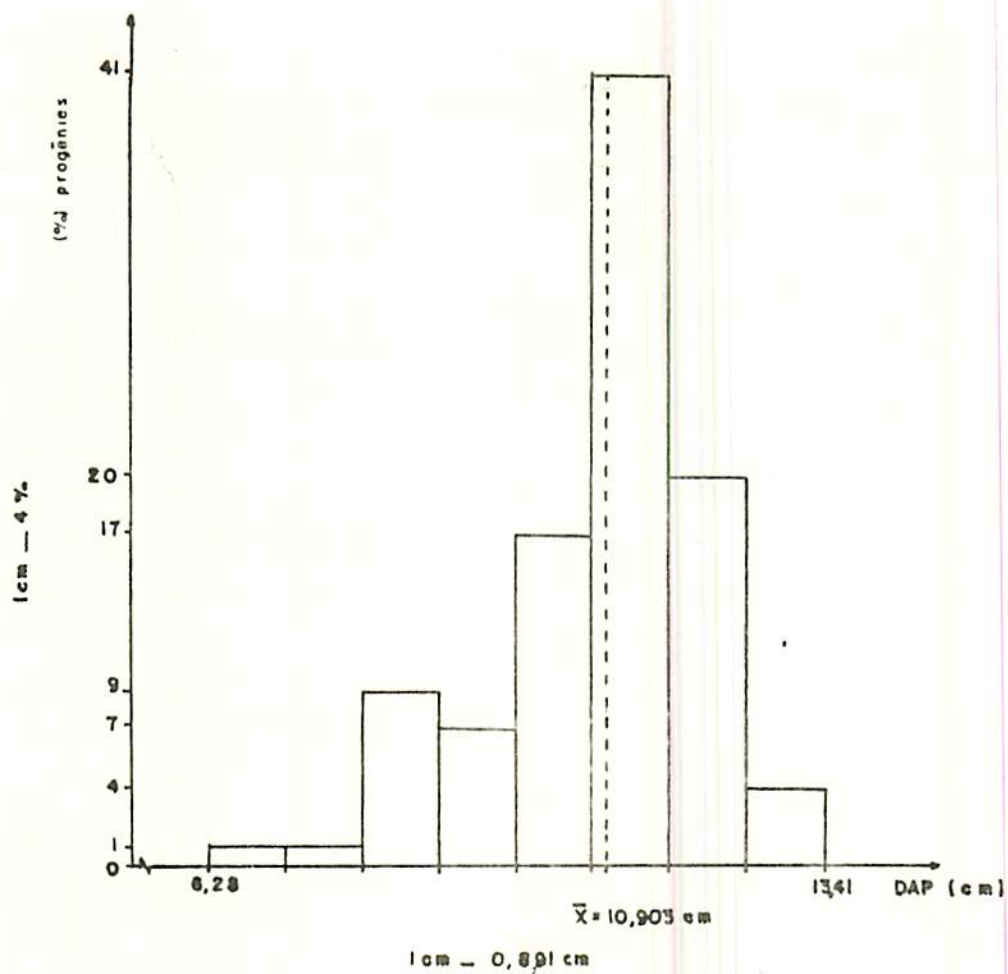


Figura 3 - Distribuição de frequência de DAP médio nos três espaçamentos, em cm, para progênies de *E. pyrocarpa* aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.

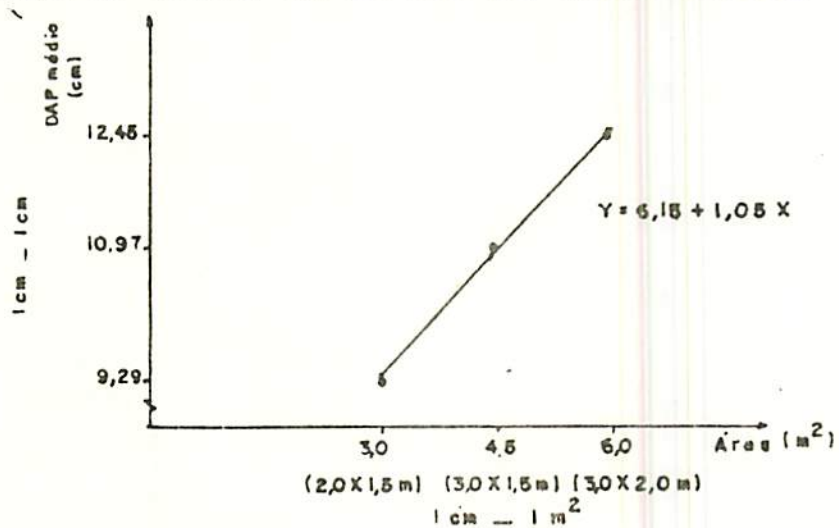


Figura 4 - Equação de regressão do DAP médio das progênies de *E. pyrocarpa* em função da área do espaçamento adotado.

TABELA 5 - DAP médio, em cm, das 25 melhores progênies de *E. pyrocarpa* em cada espaçamento e na média dos espaçamentos aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais

2,0m x 1,5m		3,0m x 1,5m		3,0m x 2,0m		Média	
Prog.	DAP	Prog.	DAP	Prog.	DAP	Prog.	DAP
88	12,02	14	13,29	33	15,55	24	12,97
19	11,38	30	13,22	78	15,08	33	12,96
97	11,22	4	13,11	99	14,99	14	12,82
12	11,08	8	13,08	24	14,96	4	12,76
24	10,99	24	12,94	27	14,95	31	12,51
31	10,96	3	12,90	56	14,71	78	12,47
78	10,86	64	12,81	45	14,67	63	12,35
4	10,84	31	12,75	14	14,53	12	12,35
27	10,83	25	12,71	4	14,31	88	12,33
44	10,82	33	12,66	12	14,24	8	12,31
83	10,77	63	12,57	9	14,15	30	12,30
80	10,70	13	12,34	38	14,15	27	12,26
33	10,66	28	12,34	85	14,10	80	12,19
79	10,65	86	12,30	63	14,09	25	12,15
39	10,64	41	12,28	31	13,83	64	12,06
14	10,62	53	12,24	54	13,83	28	11,99
8	10,58	21	12,24	1	13,81	79	11,94
48	10,52	20	12,22	79	13,77	48	11,89
60	10,49	48	12,21	80	13,76	38	11,84
77	10,48	58	12,20	30	13,75	39	11,79
84	10,45	80	12,09	43	13,68	53	11,78
63	10,40	19	12,01	28	13,59	56	11,77
59	10,39	22	11,99	25	13,54	41	11,71
56	10,32	81	11,92	34	13,51	99	11,66
41	10,26	44	11,88	18	13,42	35	11,63
médias:							
25%sel.	10,76		12,49		14,20		12,19
Total	9,29		10,97		12,45		10,90
ds	1,47		1,52		1,75		1,29



#### 4.1.3. Crescimento em volume cilíndrico

Considerando que o volume cilíndrico foi obtido à partir das médias de altura e DAP das progênes, é de se esperar que o resultado das análises da média de volume seja similar ao obtido para DAP e altura.

As análises de variância para volume foram feitas com valores de volume cilíndrico individual médio por parcela em  $\text{cm}^3$  transformados para logaritmo, pois quando se fez com volume cilíndrico em  $\text{cm}^3$ , sem a transformação, o efeito não aditivo foi altamente significativo pelo teste de F; com a transformação para logaritmo este efeito tornou-se não significativo e assim os dados se ajustaram ao modelo matemático utilizado, que parte do pressuposto que os efeitos são aditivos. As eficiências dos látices foram 0%, 101% e 107% para os espaçamentos 2,0m x 1,5m, 3,0 x 1,5m e 3,0 x 2,0m respectivamente. Observa-se uma maior eficiência com o aumento do espaçamento, conforme ocorreu para as outras características; contudo, devido as eficiências serem baixas, foram consideradas as análises em blocos casualizados, pois MIRANDA FILHO (1987) preconiza a utilização do látice somente quando a sua eficiência for superior a 110%.

O efeito das progênes foi altamente significativo ( $P \leq 0,01$ ) pelo teste de F, para todos os espaçamentos (Tabela 2). Para melhor visualização, as médias estão apresentadas em volume cilíndrico individual em  $\text{m}^3$  na Tabela 2, que foram  $0,095\text{m}^3$ ,  $0,141\text{m}^3$  e  $0,199\text{m}^3$  para os espaçamentos 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m e 3,0m x 2,0m respectivamente. Constatou-se uma amplitude de variação em volume das progênes de 172,6%, 135,5% e 125,6% da média para os espaçamentos 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m e 3,0m x 2,0m respectivamente; pode-se visualizar melhor esta amplitude de variação. No Apêndice 2 é mostrado o desempenho médio em volume cilíndrico para cada progênie em cada espaçamento.

A análise conjunta, apresentada na Tabela 3, mostra diferenças para progênes ( $P \leq 0,01$ ), espaçamento ( $P \leq 0,01$ ) e para a interação progênie x espaçamento ( $P \leq 0,05$ ). A média geral foi de  $0,145\text{m}^3$  com uma amplitude de variação de 110,0% da média. A distribuição de frequência das progênes pelo volume cilíndrico pode ser melhor visualizada na Figura 5, onde 33% das progênes

apresentaram volume cilíndrico médio de 0,039 a 0,131m<sup>3</sup>, 47% de 0,131 a 0,177m<sup>3</sup> e 20% de 0,177 a 0,22m<sup>3</sup>.

Observou-se um aumento do volume médio com o aumento do espaçamento, resultado já esperado, pois o DAP e a altura também mostraram este resultado, que é coerente com os obtidos por vários autores, como BALLONI (1983), COUTO et alii (1977), GUIMARÃES (1965), MORA (1986) e PATIÑO-VALERA (1986). A Figura 6 mostra melhor o acréscimo de log de volume com o aumento do espaçamento, onde para 1m<sup>2</sup> acrescido na área do espaçamento espera-se um aumento de 0,0113 no logaritmo do volume cilíndrico.

A interação de progênies x espaçamento ( $P \leq 0,05$ ) pode ser melhor visualizada na Tabela 6, que apresenta as 25 progênies que obtiveram o melhor desempenho médio no volume cilíndrico. PATIÑO-VALERA (1986) não obteve interação significativa para volume cilíndrico no seu trabalho com progênies de *E. saligna*, contudo quando estudou as progênies para cada espaçamento observou que estas reagiram diferentemente.

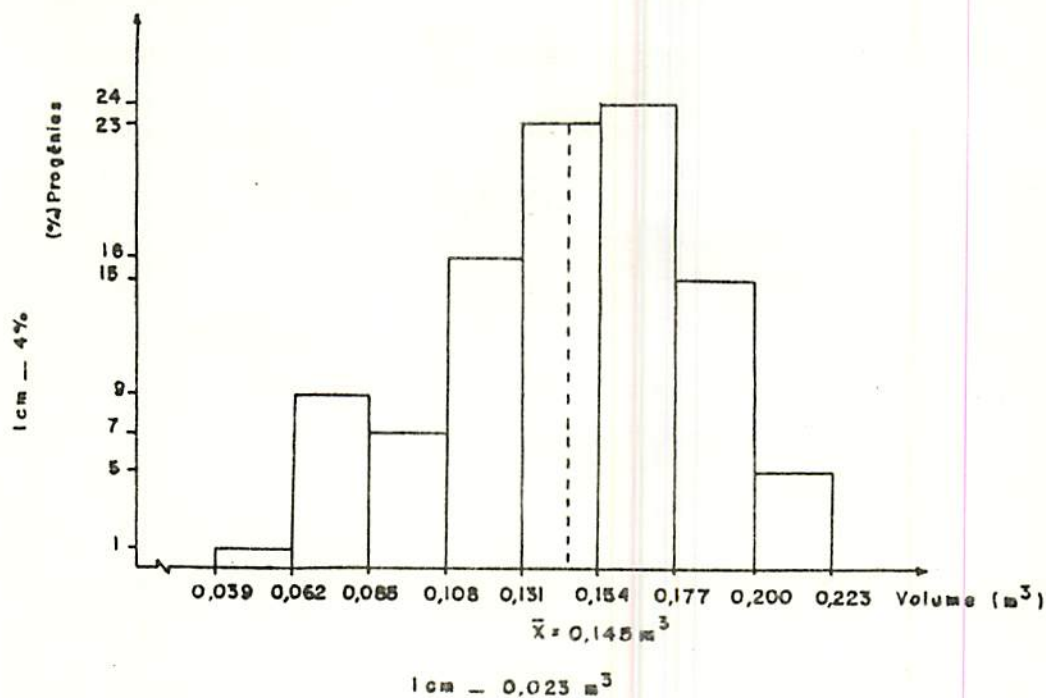


Figura 5 - Distribuição de frequência de volume médio nos três espaçamentos, em  $\text{cm}^3$ , para progênies de *E. pyrocarpa* aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.

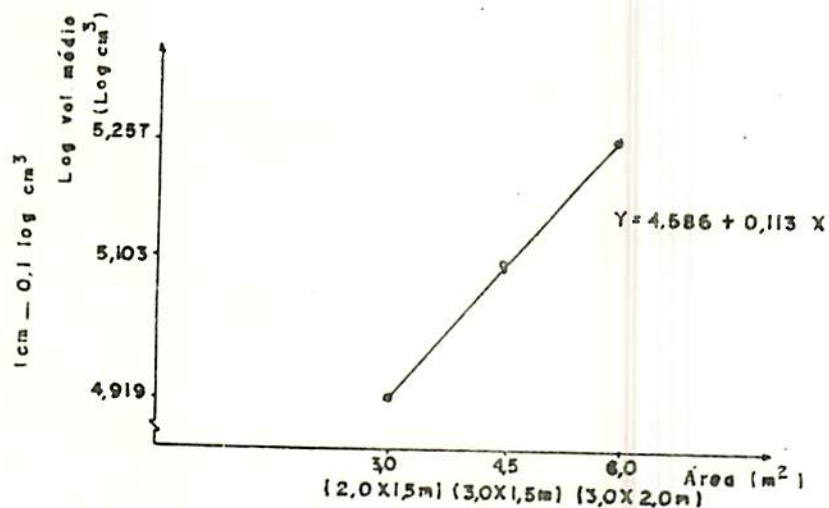


Figura 6 - Equação de regressão do volume cilíndrico médio, em log, das progênies de *E. pyrocarpa* em função da área do espaçamento adotado.

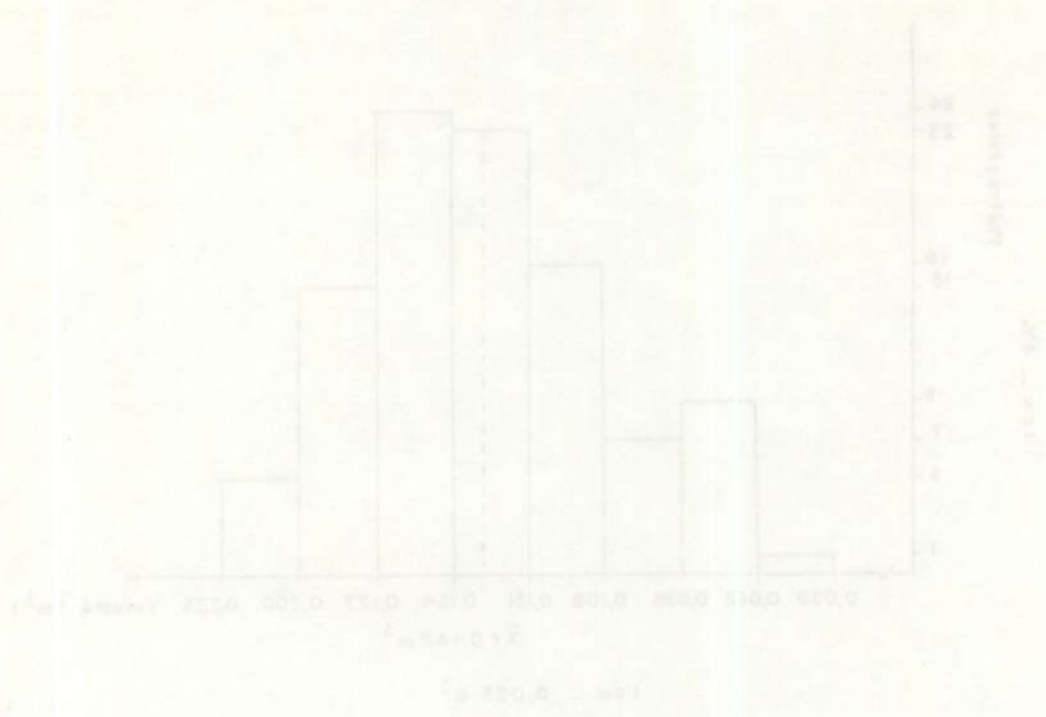


Figura 2 - Distribuição de respostas de voluntários sobre o uso de medicamentos, em n.º, para propósitos de E. pyococcus nos 32 meses no estado de Carolina do Sul.



Figura 3 - Regressão de resposta de voluntários do volume clínico médico, em n.º, das propósitos de E. pyococcus em função da área de tratamento adequado.



TABELA 6 - Volume individual médio, em cm<sup>3</sup>, das 25 melhores progênies de *E. pyrocarpa* em cada espaçamento e na média dos espaçamentos aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais

2,0m x 1,5m		3,0m x 1,5m		3,0m x 2,0m		Média	
Prog.	Vol	Prog.	Vol	Prog.	Vol	Prog.	Vol
88	0,176	14	0,299	99	0,328	14	0,210
19	0,155	3	0,220	78	0,319	78	0,207
78	0,143	30	0,219	56	0,295	24	0,205
97	0,143	8	0,211	27	0,291	8	0,204
31	0,142	4	0,210	24	0,283	25	0,202
12	0,136	25	0,209	33	0,277	31	0,200
27	0,134	64	0,205	14	0,277	30	0,198
8	0,134	24	0,204	25	0,272	33	0,197
60	0,132	31	0,202	45	0,271	4	0,196
56	0,132	63	0,197	8	0,267	8	0,190
59	0,130	33	0,193	30	0,264	88	0,189
24	0,129	20	0,191	85	0,262	64	0,187
80	0,129	58	0,189	38	0,260	63	0,187
39	0,129	41	0,184	29	0,258	27	0,196
83	0,128	48	0,183	9	0,257	56	0,185
4	0,127	53	0,183	31	0,256	99	0,185
44	0,126	28	0,183	54	0,255	80	0,185
48	0,126	13	0,180	18	0,252	28	0,182
58	0,126	80	0,178	4	0,251	48	0,181
14	0,125	21	0,177	53	0,250	12	0,180
25	0,124	81	0,176	16	0,250	53	0,174
63	0,123	19	0,176	80	0,249	38	0,172
79	0,123	86	0,171	64	0,244	58	0,171
33	0,121	44	0,168	12	0,244	39	0,170
77	0,120	17	0,164	63	0,242	16	0,170
médias:							
25%sel.	0,133		0,192		0,267		0,189
Total	0,095		0,141		0,199		0,145
ds	0,038		0,051		0,068		0,044

#### 4.1.4. Sobrevivência das progênies

A análise de variância para sobrevivência foi semelhante a da análise de logvolume. Não houve eficiência para látice, por isso procedeu-se a análise em blocos casualizados. Os CVs foram semelhantes para os três espaçamentos, sempre menores que 6%, dessa forma considerados baixos.

Houve diferença entre as progênies ( $P \leq 0,01$ ) para todos os espaçamentos, pelo teste de F (Tabela 2), com médias de 88,7%, 89,3% e 92,2% nos espaçamentos 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m e 3,0m x 2,0m respectivamente; as amplitudes de variação foram 75,1%, 82,1% e 50,6% da média respectivamente. No Apêndice 2 tem-se a média de sobrevivência de cada progênie para os três espaçamentos estudados.

Os valores de sobrevivência, expressos como média de parcelas, são considerados altos quando comparados com dados de GUTMARÃES (1965), em *E. saligna*, e semelhantes aos obtidos por SOUZA (1989), em plantios de *E. grandis* com 81 meses, em Carbonita

A análise conjunta (Tabela 3) revelou diferenças para progênies ( $P \leq 0,01$ ), espaçamento ( $P \leq 0,01$ ) e para interação progênies x espaçamento ( $P \leq 0,05$ ). O CV foi mais baixo do que os CVs das análises individuais, fato que também ocorreu para as outras características estudadas. A média geral foi de 90,1% com uma amplitude de variação de 61,7% da média, sendo que 8% das progênies apresentaram sobrevivência inferior a 79%, e 50% das progênies mostraram 93 a 100% de sobrevivência (Figura 7).

Dentro dos limites de área dos espaçamentos estudados, 3 a 6m<sup>2</sup>, o aumento da sobrevivência ocorreu de forma linear, onde a cada 1m<sup>2</sup> acrescido no espaçamento espera-se um aumento médio de 0,523 na  $\sqrt{\%sob. + 0,5} \times 100$  (Figura 8).

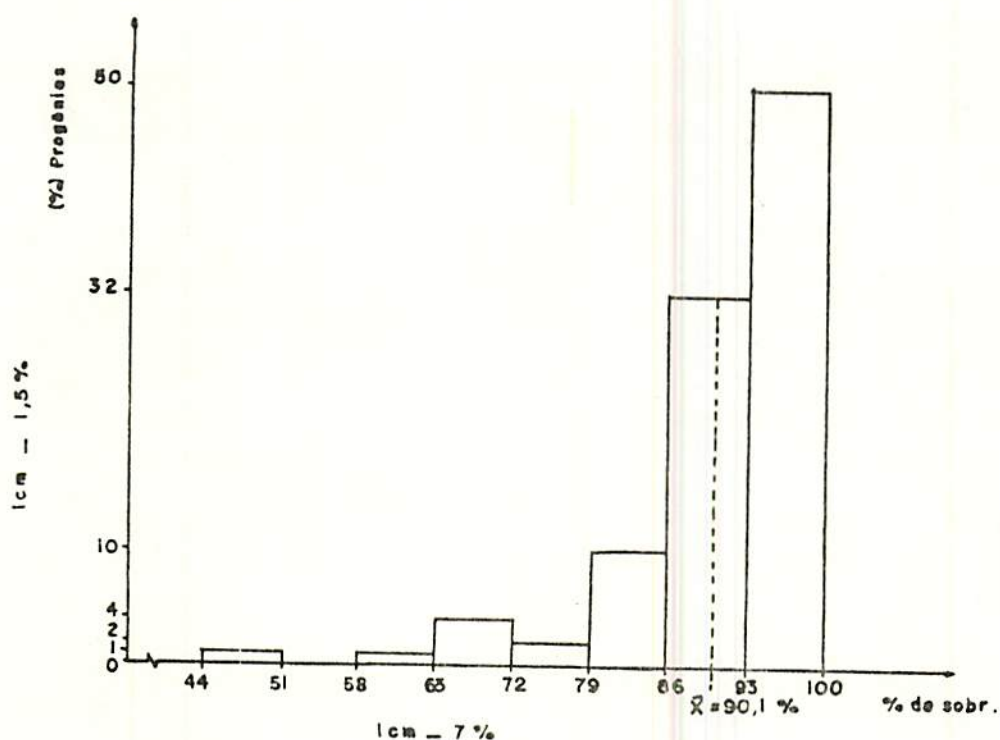


Figura 7 - Distribuição de frequência da sobrevivência média nos três espaçamentos, em %, para progênies de *E. pyrocarpa* aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.

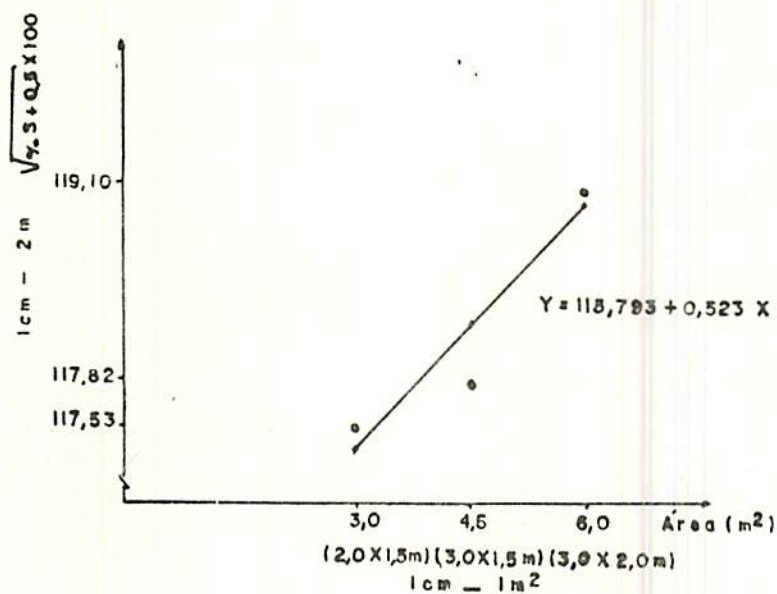


Figura 8- Equação de regressão da sobrevivência média, representada por  $\sqrt{\%sob. + 0,5} \times 100$ , das progênies de *E. pyrocarpa* em função da área do espaçamento adotado.



#### 4.2. Estimativas dos parâmetros genéticos

As estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica para as características de crescimento em cada espaçamento e considerando os espaçamentos em conjunto estão apresentadas na Tabela 7.

As estimativas de coeficiente de variação genética (CVg), de acordo com o espaçamento, variaram entre 6,2% a 9,3% para a altura, entre 9,1% e 11,5% para DAP e 2,0% a 3,4% para o volume. Observa-se uma diminuição neste coeficiente com o aumento do espaçamento, o que era esperado uma vez que as variações das características diminuem com o aumento do espaçamento. Por outro lado, PATIÑO-VALERA (1986) obteve coeficientes de variação genética semelhantes para os dois espaçamentos utilizados, em progênies de *E. saligna*.

As estimativas de herdabilidade, no sentido restrito a nível de médias de progênies estão apresentadas na Tabela 8. Inicialmente é necessário salientar que o erro associado a estimativa de herdabilidade a nível de plantas, para a característica altura, foi em torno de 7% para os espaçamentos menores e 14,17% para o maior espaçamento; no DAP o erro foi maior, em torno de 19% em todos os espaçamentos. Para DAP o erro associado a estimativa de herdabilidade foi maior que para a característica altura e isso se deve a existência de uma maior variância dentro para DAP. Na herdabilidade a nível de médias de progênies, o erro variou de 7,6 a 13,6%, com os maiores erros ocorrendo no maior espaçamento, sendo considerado, portanto, de boa precisão. Observa-se uma diminuição da herdabilidade, a nível de médias, com o aumento do espaçamento; apenas para DAP, no espaçamento 3,0m x 1,5m, a herdabilidade foi maior do que a obtida no espaçamento 2,0m x 1,5m.

As estimativas de ganho, em porcentagens da média, para uma seleção truncada das características, de 25% das progênies apresentaram valores altos (Tabela 8). Para todas as características observou-se um ganho maior nos espaçamentos menores e os ganhos esperados no volume foram maiores que em outras características. Era esperado o ganho maior em volume, devido aos dados de volume terem sido obtidos a partir dos valores de altura e DAP. Observa-se, na literatura, variação quanto a esse tipo de resultado. KIKUTI (1988)

obteve maiores estimativas de ganho entre progênies de meio-irmãos para *E. grandis* na característica volume, em seguida DAP e por último altura. KAGEYAMA (1980), para cinco locais estudados, obteve nos resultados de ganho esperado na seleção de progênies de meio-irmãos de *E. grandis*, uma alternância de posições das características que obtiveram maior ganho. Quando se compara os valores de ganho esperado desses trabalhos, observa-se que a porcentagem de ganho esperado com a seleção de progênies de *E. pyrocarpa* é alta.

A variância da interação progênie x espaçamento é apresentada na Tabela 9. Essa interação representou 4,54%, 1,35% e 2,79% da variância genética entre progênies, para as características altura, DAP e volume respectivamente, podendo ser considerada baixa. MORA (1986) e PATIÑO-VALERA (1986) não encontraram significância para a interação genótipo x espaçamento.

Os valores de Eficiência de Seleção, 33% a 51% (Tabela 9), podem ser considerados baixos (HAMBLIM & ZIMMERMANN, 1986), para todas as características envolvendo espaçamentos dois a dois. Isto indica que apenas 33 a 51% dos materiais selecionados em um espaçamento também seria selecionado em outro, o que significa uma baixa coincidência de materiais selecionados.

TABELA 7 - Estimativas dos componentes de variância genética e fenotípica média e seus respectivos coeficientes de variação, de famílias de meio-irmãos de *E. pyrocarpa*, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.

Car.	Parâm.	Espaçamentos			
		2,0x1,5m(a)	3,0x1,5m(b)	3,0x2,0m(c)	conjunta
Alt. (m)	$\hat{\sigma}_p^2$	1,441	1,306	0,914	1,143
	$\hat{CV}_g$	9,3%	8,1%	6,2%	7,6%
	$\hat{\sigma}_F^2$	2,064	1,913	1,569	2,070
	$\hat{\sigma}_e^2$	0,385	0,498	0,881	0,587
	$\hat{\sigma}_d^2$	6,326	5,649	4,874	5,616
DAP (cm)	$\hat{\sigma}_p^2$	1,143	1,302	1,294	1,221
	$\hat{CV}_g$	11,5%	10,4%	9,1%	10,1%
	$\hat{\sigma}_F^2$	1,845	2,046	2,282	2,251
	$\hat{\sigma}_e^2$	0,032	-0,046	0,998	0,327
	$\hat{\sigma}_d^2$	8,843	9,716	8,386	8,982
log Vol (log cm <sup>3</sup> )	$\hat{\sigma}_p^2$	0,0287	0,0217	0,0113	0,0200
	$\hat{CV}_g$	3,4%	2,9%	2,0%	2,8%
	$\hat{\sigma}_F^2$	0,042	0,032	0,023	0,036
	$\hat{CV}_F$	4,2%	3,5%	2,9%	3,7%

onde:  $\hat{\sigma}_p^2$  : Variância genética entre progênies;  
 $\hat{CV}_g$  : Coeficiente de variância genética;  
 $\hat{\sigma}_F^2$  : Variância fenotípica média;  
 $\hat{\sigma}_e^2$  : Variância do erro ambiental entre parcelas;  
 $\hat{CV}_F$  : Coeficiente de variância fenotípica;  
 $\hat{\sigma}_d^2$  : Variância dentro das famílias.

TABELA 8 - Estimativas dos componentes de variância genética aditiva, herdabilidade a nível de plantas e herdabilidade e ganho esperado com a seleção, a nível de médias de famílias de meio-irmãs de *E. pyrocarpa*, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.

Car.	Parâm.	Espaçamentos			
		2,0x1,5m(a)	3,0x1,5m(b)	3,0x2,0m(c)	conjunta
Alt. (m)	$\hat{\sigma}_A^2$	5,764	5,224	3,656	4,572
	$h^2 \pm \hat{S}(h^2)$	0,707±0,050	0,701±0,051	0,548±0,078	0,618±0,066
	$h_m^2 \pm \hat{S}(h_m^2)$	0,698±0,053	0,682±0,056	0,575±0,075	0,582±0,069
	GS	7,58%	6,65%	4,84%	4,60%
DAP (cm <sup>3</sup> )	$\hat{\sigma}_A^2$	4,572	5,208	5,176	4,684
	$h^2 \pm \hat{S}(h^2)$	0,456±0,093	0,475±0,090	0,485±0,089	0,429±0,098
	$h_m^2 \pm \hat{S}(h_m^2)$	0,619±0,067	0,637±0,064	0,567±0,077	0,543±0,070
	GS	9,79%	8,83%	7,97%	6,42%
log Vol (log cm <sup>3</sup> )	$\hat{\sigma}_A^2$	0,1148	0,0868	0,0452	0,0800
	$h^2 \pm \hat{S}(h^2)$	0,683±0,055	0,670±0,057	0,500±0,086	0,547±0,069
	GS	27,37%	24,25%	17,08%	16,62%

onde:  $\hat{\sigma}_A^2$  : Variância genética aditiva entre progênies;

$h^2$  : Herdabilidade no sentido restrito a nível de plantas;

$h_m^2$  : Herdabilidade no sentido restrito por média de progênies;

$\hat{S}(h^2)$  e  $\hat{S}(h_m^2)$  : variância associado as estimativas de herdabilidade a nível de plantas e de médias de progênies;

GS: Ganho esperado, em %, com uma seleção de 25% das famílias.



TABELA 9 - Estimativas da interação genótipo x ambiente e eficiência de seleção, a nível de médias das famílias de meio-irmãos de *E. pyrocarpa*, aos 82 meses de idade, em Carbonita, Minas Gerais.

Car. Parâm.	Espaçamentos			
	conjunta	a x b	a x c	b x c
$\sigma_{PD}^2 \pm \hat{V}(\hat{\sigma}_{PD}^2)$	0,0519±0,0029	0,1948±0,0152	0,1155±0,0140	-0,0772±0,0067
Alt				
Simples		0,9%	25,9%	-22,5%
Complexa		99,1%	74,1%	122,5%
(m) $\hat{C}V_{PD}$	1,61%	3,3%	2,4%	1,9%
$r_g$		0,859	0,925	1,087
ES	11,1%	42,2%	51,1%	37,8%
$\sigma_{PD}^2 \pm \hat{V}(\hat{\sigma}_{PD}^2)$	0,0165±0,0042	0,1040±0,0166	0,0460±0,0199	-0,0755±0,0167
DAP				
Simples		2,5%	5,0%	0,0%
Complexa		97,5%	95,0%	100,0%
cm $\hat{C}V_{PD}$	0,15%	3,2%	2,0%	2,3%
$r_g$		0,917	0,964	1,058
ES	20,0%	42,2%	33,3%	42,2%
$\sigma_{PD}^2 \pm \hat{V}(\hat{\sigma}_{PD}^2)$	0,0080±0,0000	0,0042±0,0000	0,0015±0,0000	-0,0030±0,0000
logV				
Simples		5,9%	132,1%	-27,9%
(log				
Complexa		94,1%	-32,1%	127,9%
cm <sup>3</sup> ) $\hat{C}V_{PD}$	0,1%	1,3%	0,8%	1,1%
$r_g$		0,843	1,026	1,245
ES	28,9%	46,7%	46,7%	46,7%

onde a, b e c: Referem-se aos espaçamentos 2,0 x 1,5m, 3,0 x 1,5m e 3,0 x 2,0m respectivamente, sendo axbxc a interação dos 3 espaçamentos e axb, axc e bxc as interações possíveis dos espaçamentos 2 a 2;

$\sigma_{PD}^2$ : Variância da interação progênie x espaçamento, a qual foi dividida em parte simples e complexa, segundo VENCovsky (1987);

$\hat{C}V_{PD}$ : Coeficiente de variação da interação;

$r_g$ : Correlação genética das progênies entre os espaçamentos 2 a 2.

ES: Eficiência na seleção

#### 4.3. Comentários Gerais

Ao se analisar a metodologia empregada neste trabalho podem ser levantadas algumas restrições de caráter estatístico ou silvicultural. A primeira delas é com relação ao número de plantas por parcela. Apesar de se utilizar 5 plantas, conforme o recomendado pela literatura ( BRUNE, 1981 e ZOBEL & TALBERT, 1984), restam dúvidas se 5 plantas são suficientes para representar uma progênie de meio irmãos. Um argumento de que esse número é razoável foram os baixos coeficientes de variação obtidos, caso contrário, ocorreria um erro que iria inflacionar o coeficiente de variação.

Outro fato se refere ao uso de parcelas lineares sem bordadura, num ensaio de espaçamento, que poderia mascarar o efeito de um tratamento pela influência de outro, numa parcela vizinha. Dessa forma, o desempenho das 5 plantas não representaria a comunidade de plantas daquela progênie em um determinado espaçamento. Entretanto, dado ao grande número de progênie (100 progênies), a colocação de bordadura tornaria a área tão grande que provavelmente inviabilizaria o experimento.

Quanto ao método de adubação, num ensaio de espaçamento existem duas alternativas. A primeira seria uma adubação constante por planta, independente do espaçamento e a segunda uma adubação por área, com uma dosagem variável por planta de acordo com o espaçamento. Optou-se pelo segundo caso ( 250 Kg/ha ) uma vez que, no primeiro caso o efeito de espaçamento é confundido com o de adubação.

Deve-se salientar, também, que a espécie *Eucalyptus pyrocarpa* é originária de uma região com características climáticas bem distinta à de Carbonita, principalmente no que se refere às relações hídricas. Na região norte de Nova Gales do Sul a precipitação é de 1.100 a 1.700 mm bem distribuídos e nos meses secos a precipitação é superior a a 50mm (BOLAND, 1984). Já em Carbonita, a precipitação total é semelhante, 1.260mm, porém apresenta de 4 a 6 meses secos, com um déficit hídrico de 40 a 120mm anuais (GOLFARI, 1975).

É provável também que ocorra diferença na fertilidade do solo, embora não se disponha de dados da Austrália; na região de Carbonita predomina a vegetação de cerrado onde normamente o teor de fósforo (  $P_2O_5$  ) é baixo e o alumínio é alto ( LOPES, 19745 ). Apesar

destas diferenças e também desta espécie não ser recomendada para a região (GOLFARI, 1975), o desempenho do material pode ser considerado bom, haja visto que as progênies atingiram uma altura e DAP semelhantes ao que tem sido obtido por outras espécies, em condições semelhantes. Como é o caso do plantio comercial da empresa, realizado com *Eucalyptus grandis*. Esses resultados mostram que a espécie tem potencial na região, sobretudo se for considerado que o material avaliado não foi submetido a nenhum teste de procedência ou ciclo seletivo nas condições brasileiras e, provavelmente, também na Austrália. Essa informação associada a variabilidade detectada entre as progênies avaliadas indica que há possibilidade de selecionar progênies mais adaptadas e com capacidade de ultrapassar a produtividade média de madeira que tem sido obtida na região com outras espécies.

Os espaçamentos utilizados no Brasil tem como ponto de referência a possibilidade de mecanização, por esse motivo tem sido dado preferência aos espaçamentos com 3 metros entre linhas que facilita a movimentação das máquinas agrícolas. No presente trabalho foram avaliados três espaçamentos, sendo que em um deles houve uma redução entre linhas de 3,0m para 2,0m; nos outros dois espaçamentos manteve-se o espaçamento entre linha de 3,0m e testou-se na linha 2,0m e 1,5m. Constatou-se que o espaçamento maior 3,0m X 2,0m contribuiu para uma maior altura, DAP e sobrevivência, o que está de acordo com os resultados de vários autores (BALLONI, 1983; COELHO et alii, 1970 e PATIÑO-VALERA, 1986). Quanto ao volume cilíndrico por árvore o maior espaçamento 3,0m X 2,0m produziu um maior volume por planta, bem como um maior volume total por área na idade de 82 meses do que nos espaçamentos menores. Associando esse fato ao maior consumo de mudas, a maior dificuldade de manejo e ao fato de que as árvores no menor espaçamento são menos desenvolvidas e com sobrevivência mais baixa não se justifica para a espécie, nas condições de Carbonita, a redução do espaçamento.

É de se ressaltar também, o que ocorreu com as estimativas dos parâmetros genéticos nos diferentes espaçamentos utilizados. Observou-se ( Tabela 7 ) que com o aumento do espaçamento houve uma redução na estimativa da variância genética entre progênies e na da variância fenotípica dentro da parcela, o que contribuiu para uma

consequente redução no coeficiente de variação genética e na herdabilidade nos espaçamentos maiores. Isso ocorreu porque nos menores espaçamentos a competição é mais intensa, o que contribuiu para uma maior discriminação dos materiais, tanto entre como dentro das progênies e, em consequência, houve possibilidade de uma maior expressão da variabilidade genética. Os resultados apresentados na literatura a esse respeito são até certo ponto contraditórios com os obtidos nesse trabalho. Assim é que PATIÑO-VALERA (1986) trabalhando com *E. saligna*, observou herdabilidades e variância dentro maiores no maior espaçamento. Deve ser enfatizado contudo, que as progênies de *E. saligna* utilizadas por PATIÑO-VALERA (1986), já haviam sido submetidas a seleção e que foram avaliadas em Itatinga, no Estado de São Paulo, onde os fatores ambientais não são tão limitantes como em Carbonita, o que possibilita que uma maior variação se expresse nos maiores espaçamentos.

Ainda comparando os resultados obtidos no presente trabalho com os relatados por PATIÑO-VALERA (1986), verifica-se que nesse a variação expressada entre e dentro das progênies foi menor. A herdabilidade obtida, por ele, para a altura foi de 20 a 30% para os espaçamentos 3,0m X 1,0m e 3,0m X 2,0m respectivamente. Já os resultados apresentados na Tabela 8, mostram que a herdabilidade a nível de indivíduo para o mesmo caráter, foi de 70,1% e 54,8% nos espaçamentos de 3,0m X 1,5m e 3,0m X 2,0m respectivamente. Considerando que os coeficientes de variação obtidos por PATIÑO-VALERA (1986) foram ligeiramente inferiores aos relatados nesse trabalho é fácil inferir que a maior herdabilidade obtida para *E. pyrocarpa* seja atribuída a maior variação genética nesta espécie do que nas progênies testadas de *E. saligna*. Isto, até certo ponto, é de se esperar, uma vez que o material de *E. saligna* já havia sido submetido a seleção e o de *E. pyrocarpa* é material selvagem.

Normalmente se espera que as estimativas de herdabilidade a nível de médias sejam maiores do que a obtida a nível de plantas. Isso é comum de se observar em várias espécies de plantas anuais, em especial na cultura do milho, onde existe uma quantidade maior de estimativas (CHALAWER & MIRANDA FILHO, 1987). MORI et alii (1988) estimaram para progênies de *E. urophylla* herdabilidades a nível de plantas em três locais diferentes e em todos, esta foi menor do que a

herdabilidade média. Contudo, os dados apresentados na Tabela 8, mostram que isso não ocorreu para altura. Utilizando as expressões para estimar a herdabilidade em ambos os casos, isto é,

$$h^2 = \frac{4 \sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_d^2 + \sigma_e^2} \quad \text{e} \quad h_m^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \frac{\sigma_e^2}{r} + \frac{\sigma_d^2}{nr}}$$

é possível inferir que para esse caráter a participação fenotípica dentro ( $\sigma_d^2$ ) e a variação ambiental entre parcelas ( $\sigma_e^2$ ) foi, proporcionalmente a variância entre progênies ( $\sigma_p^2$ ), pequena. Esse resultado indica que para a altura da planta a seleção massal será mais eficiente que a seleção utilizando famílias de meio irmãos, ainda mais que a seleção massal possibilita aplicar uma maior intensidade de seleção sem sacrificar o tamanho efetivo populacional (VENCOVSKY, 1987).

Outra estimativa interessante que pode auxiliar o melhorista, quando não se obtém dados a nível de plantas é a relação entre  $\sigma_d^2 / \sigma_e^2$ , que para altura, considerando a média dos três espaçamentos, foi próximo de 10, já para DAP essa relação foi de 27,5 vezes. Isto mostra que a variação ambiental entre as parcelas para DAP é proporcionalmente menor do que a observada para altura. PATIÑO-VALERA (1986) obteve a mesma tendência, embora a relação fosse inferior, isto é, 6,6 e 18,4 para altura e DAP respectivamente. Esse resultado também mostra que o melhorista pode usar essa relação quando não se obtém informação a nível de indivíduo para fazer inferência sobre a seleção dentro, desde que ele considere o caráter em que foi obtido a estimativa.

O ganho esperado com a seleção entre as famílias considerando uma intensidade de seleção de 25%, no conjunto dos espaçamentos foi de 4,6%, 6,4% e 16,6% para altura, DAP e volume respectivamente. Como se observa, o ganho para volume foi bem maior; isso ocorreu porque a correlação entre DAP e altura são positivas e altas (SHIMIZU et alii, 1982), e como essas duas características são também correlacionadas positivamente com volume a seleção realizada para essa última característica capitaliza o ganho das outras duas.

A intensidade de seleção adotada, de 25%, visa manter o mesmo tamanho efetivo, isto é, como cada família de meio irmãos equivale a um tamanho efetivo de 4 (VENCOVSKY, 1987), a seleção de 25

famílias mantém o tamanho efetivo de 100. Contudo se desejar um ganho mais acentuado a curto prazo, dever-se-ia utilizar uma intensidade de seleção mais forte. Há indicações na literatura que não existem maiores problemas de fixação de alelos se o tamanho efetivo da população for superior a 30 (CRAWLINGS, 1970 e PEREIRA & VENCovsky, 1988) Assim considerando que o eucalipto é uma planta perene e cujo ciclo seletivo dura de 6 a 7 anos, o melhorista deveria aplicar uma intensidade de seleção mais forte, visando compensar o tempo gasto por ciclo.

Na seleção, utilizando famílias de meio irmãos, o ganho dentro das famílias tem um papel fundamental, uma vez que explora 3/4 da variância genética aditiva. Considerando um lote de recombinação contendo 20 plantas das 25 melhores famílias selecionadas e aplicando uma intensidade de seleção de 20%, isto é, mantendo 4 plantas de modo a que se obtenha novamente 100 famílias pode-se estimar o ganho dentro na média dos 3 espaçamentos como sendo de 13,6% e 14,9% para altura e DAP respectivamente. Como se constata o ganho dentro foi bem superior ao entre, pelas razões já apresentadas. Esse resultado realça a necessidade do melhorista de eucalipto desenvolver estratégias para conduzir o lote de recombinação de modo a possibilitar uma eficiente seleção dentro.

Quanto à interação progênie X espaçamento verificou-se que em todos os casos ela foi significativa, mostrando que o comportamento das progênies não foi coincidente nos diferentes espaçamentos (Tabela 2 e 3) Contudo deve ser salientado que, apesar de significativa, a contribuição da interação para a variação total foi pequena (Tabela 9) Comparando-se o  $\hat{CV}_g$  (Tabela 7) e o  $\hat{CV}_{PD}$  (Tabela 9), isto é, o efeito da variância genética entre progênies e o efeito da interação progênie x espaçamento divididos pela média, observa-se que o  $\hat{CV}_g$  foi muito superior, mostrando que a participação da interação foi pequena.

O desdobramento da interação apresentado na Tabela 9, mostra que a parte complexa foi a mais importante, porém a correlação genética do desempenho das progênies nos ambientes dois a dois foi muito alta, o que mostra que essa interação complexa não foi devida a falta de correlação, que é o fator complicador do trabalho do melhorista (VENCovsky, 1987).

Apesar da interação ser de pequena magnitude e a correlação

genética alta, a eficiência de seleção, isto é, o número de progênes coincidentes na seleção em ambos ambientes, foi baixa, especialmente quando se realizou a seleção em cada espaçamento em relação a efetuada na média dos espaçamentos. Considerando que tanto a interação como a correlação refletem o desempenho médio, pode ocorrer que algumas progênes, especialmente aquelas que ocupam as extremidades da curva de distribuição de médias das progênes, tenham interagido com o espaçamento e contribuído para uma baixa eficiência de seleção. Pode ocorrer também que não tenha havido uma boa coincidência no material selecionado por problemas de acaso, isto é, a diferença entre as progênes não ser significativa.



## 5. CONCLUSÕES

1. O desempenho das progênies associado à variabilidade observada entre elas, indica a possibilidade de se obter material melhorado dessa espécie para ser usado na região.

2. O desempenho médio das progênies, quanto às características de crescimento e sobrevivência, correlacionou-se positivamente ao aumento do espaçamento, isto é, no maior espaçamento foi observado maior volume cilíndrico por árvore e até mesmo por hectare. Isto indica que o espaçamento 3,0m X 2,0m é mais adequado não só em função do desempenho das progênies, mas também da facilidade de manejo e exploração e evidentemente menor custo de implantação com relação as mudas.

3. A herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias foi relativamente alta para as três características avaliadas, atingindo valores maiores nos menores espaçamentos. A herdabilidade no sentido restrito ao nível de planta foi de magnitude semelhante à obtida a nível de médias, permitindo antever sucesso com a seleção dentro das famílias.

4. Apesar da interação progênie X espaçamento ter sido significativa, essa foi de pequena magnitude. Assim, para esses espaçamentos, não se justifica, nos próximos ciclos seletivos, avaliar as progênies em diferentes espaçamentos.

## 6. RESUMO

Avaliação de progênies de *Eucalyptus pyrocarpa* L. Johnson & Blaxell em diferentes espaçamentos de plantio

Autora: Eliana Patrícia Gorgulho

Orientador: Prof. Antonio Resende Soares

Um teste de progênies de *E. pyrocarpa*, provenientes de 100 matrizes selecionadas na Austrália, foi instalado em agosto de 1981, no município de Carbonita-MG, pertencente a CAF - Companhia Agroflorestal de Santa Bárbara, em três espaçamentos: 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m e 3,0m x 2,0m. Cada espaçamento constituiu um experimento, para o qual adotou-se um delineamento experimental em látice simples 10 x 10, com três repetições e cinco plantas por parcela.

Os objetivos foram avaliar o desempenho médio em crescimento e sobrevivência das progênies, nos diferentes espaçamentos e estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos visando orientar os futuros trabalhos de melhoramento.

Foram avaliados o diâmetro, a altura, o volume e a sobrevivência das progênies, aos 82 meses de idade. Os resultados mostraram que as progênies diferem entre si para todas as características estudadas, sendo que essas respondem positivamente com o aumento do espaçamento. As estimativas dos parâmetros genéticos mostraram uma herdabilidade alta, o que permite um alto ganho na seleção de progênies; houve uma diminuição dos parâmetros genéticos com o aumento do espaçamento. Detectou-se a existência de interação progênies x espaçamento de baixa magnitude, devida ao grande número de

progênies testadas, porém na média essa interação não afeta o trabalho do melhoramento.

## 7 SUMMARY

Evaluation of progenies *Eucalyptus pyrocarpa* L. Johnson & Blaxell on different planting spacings

Author: Eliana Patrícia Gorgulho  
Orientation: Prof. Antonio Resende Soares

A test with progenies of *E. pyrocarpa*, collected from 100 trees selected in Australia, was settled on Carbonita County-MG Company of Santa Barbara, using three spacings: 2,0m x 1,5m, 3,0m x 1,5m and 2,0m x 2,0m. Each spacing constituted an experiment, for which was adapted an experimental delimitation of plain 10 x 10 latex, with three repetitions and five plants per plot.

The present experiment belongs to the CAF/IPEF holding with the purpose of valuating the average performance of progenies on growing and survival, in the different spacings and estimate the genetical and phenotypical parameters aiming to orient future improvement works

It was analysed the diameter, the height, the volume and survival of the progenies, at 82 months old. The results showed that these results respond positively with the increase of the spacing. The estimatives of genetical parameters showed a high heritability, what allows a high gain on the selection of progenies; there was detected the existence of interaction progenies x spacing with low magnitude, because on the average this interaction does not affect the improvement work

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 ANDRADE, E.N. O eucalipto. 2. ed. São Paulo, s. ed. , 1961. 667p.
- 02 ABRACAVE ANUÁRIO ESTATÍSTICO. - 1989. Belo Horizonte, Associação Brasileira de Carvão Vegetal, 1989. 12p.
- 03 ASSIS, T.F.; BRUNE, A. & EUCLYDES, R.F. Ensaio de progênies de *E. citriodora* Hook. Silvicultura, São Paulo, 8(28):156-7. jan./fev. 1983a.
- 04 \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Ensaio de progênies de *Eucalyptus cloesi* Sm. Silvicultura, São Paulo, 8(28):158-9, jan./fev. 1983b.
- 05 \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Ensaio de progênies de *Eucalyptus paniculata* Sm. Silvicultura, São Paulo, 8(28):160-1, jan./fev. 1983c.
- 06 ASSIS, T.F.; BRUNE, A.; NASCIMENTO, M.B.F. & FONSECA, J.B. Teste de progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Silvicultura, São Paulo, 8(28):165-7, jan./fev. 1983.
- 07 BALLONI, E.A. Influência do espaçamento de plantio na produtividade florestal. Silvicultura, São Paulo, 8(31):588-92, jul./ag. 1983.

08. BILA, A.D. Interação de espécies e progênies de eucalipto com três níveis de tecnologia de implantação florestal. Piracicaba, ESALQ/USP. 1988. 149p. (Tese MS).
09. BOLAND, D.J. et alii Forest trees of Austrália 4 ed., Melbourne, Nelson-CSIRO, 1984. 249-95p.
- 10 BRUNE, A. Inplantação de população base de espécies florestais. Curitiba, EMBRAPA - Unidade regional de Pesquisa Centro Sul. 1981. 9p. (Documentos, 1)
- 11 CARVALHO, P.L.P.T. Interação genótipo x ambiente em clones de E. grandis Hill ex Maiden. Viçosa, UFV. 1989. 74p. (tese MS)
12. COELHO, A.S.R.; MELLO, H.A. & SIMÕES, J.M. Comportamento de espécies de eucaliptos face ao espaçamento. IPEF, Piracicaba, (1):29-55, 1970.
13. COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. Biometrics, Raleigh, (4):254-65, Dec. 1948.
14. COUTO, L.; BRANDI, R.M.; CONDÉ, A.R. & PAULA NETO, F. Influência do espaçamento no crescimento do *Eucalyptus urophylla*, de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais. Revista Arvore, Viçosa, 1(2):57-71, 1977.
15. DUDLEY, J.W. & MOLL, R.H. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. Crop Science, Madilson, 9(3):257-62, May/June 1969.
16. EVERT, F. Spacing studies: a review. Information report, Ottawa, (37):1-95, Dez. 1971.
17. FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa, UFV, 1981. 279p.

18. FISHWICK, R.W. Estudos de espaçamentos e desbaste em plantações brasileiras. Brasil Florestal, 7(26):13-23, abr./jun. 1976.
19. GARCIA, C.H. Tabelas para classificação de coeficiente de variação. Piracicaba, IPEF, 1989. n.p. (Circular Técnica, 171).
20. GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para o reflorestamento. Belo Horizonte, Centro de Pesquisas Florestas do IBDF na Região do Cerrado, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
21. ————— ; CASER, R.L. & MOURA, V.P.G. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil; (2ª aproximação). Belo Horizonte, PRODEPEF, 1978. 66p (Série Técnica, 11).
22. GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 10.ed. São Paulo, Nobel, 1982. 430p.
23. GUIMARÃES, R.F. Observações sobre diâmetros, alturas, sobrevivência e peso da madeira de *E. saligna* em vários espaçamentos. Anuário Brasileiro de Economia Florestal, Rio de Janeiro, 17(17):31-45, 1965.
24. HALLAUER, A.R. & MIRANDA, J.B. Quantitative genetics in maize breeding. Ames, s. ed., 1981. 468p.
25. HAMBLIN, J. & ZIMERMANN, M.J. de O. Breeding common bean for yield in mixtures. Plant Breeding Reviews, Connecticut, 4:245-72, 1966.
26. HILLIS, W.E. & BROWN, A.G. Eucalyptus for wood production. Melbourne, CSIRO, 1978. 433p.
27. KAGEYAMA, P.Y. Interação de genótipo por ambiente. In: REUNIÃO SOBRE INTERAÇÃO DO GENÓTIPO COM CLIMA E SOLO. Piracicaba, IPEF, 1966. p.18-20.

28. \_\_\_\_\_ Variação genética em uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. ESALQ/USP, Piracicaba, 1980. 125p (Tese de Doutorado).
29. KIKUTI, P. Parâmetros Genéticos em progênies de meios-irmãos e clonais numa população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden na região de Telêmaco Borba - PR. Piracicaba, ESALQ/USP. 1980. 125p. (MS)
30. LOPES, A.S. A survey of the fertility status of soils under "cerrado" vegetation in Brazil. Carolina-North, Graduate Faculty on North Carolina State University at Raleigh, 1975. 137p (MS)
31. MATHESON, A.C. & RAYMOND, C.A. The impact of Genotype x Environment interactions on Australian *Pinus radiata* breeding programs. Australian Forest Research, Melbourne, (1):11-25, 1984.
32. MELLO, H.A.; SIMOES, J.W.; FERREIRA, C.A. & BRASIL, V.M. Influência do espaçamento e da idade de corte na produção da madeira de eucalipto em solo de cerrado. IPEF, Piracicaba, 13:143-62, dez. 1976.
33. MENDES, J.C.; MORAES, T.S.A.; REZENDE, G.C. & SUITER FILHO, W. Comportamento de *Eucalyptus pellita* F. MueLL. Silvicultura, São Paulo, 8(28):346-9, jan./fev. 1983.
34. MIRANDA FILHO, J.B. Princípios de experimentação e análise estatística. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P. Melhoramento e produção do milho. Campinas, Fundação Cargill, 1987. cap.17, p. 765-94.
35. MORA, A.L. Interação com espaçamentos e locais em clones de *Eucalyptus* spp no norte do Estado da Bahia. Piracicaba, ESALQ/USP. 1986. 101p. (MS)



36. MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y. & FERREIRA, M. Variacão genética e interaco progênies x locais em *Eucalyptus urophylla*. IPEF, Piracicaba, (39):53-63, ago. 1988.
37. PATIO-VALERA, F. Variacão genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith. e sua interaco com espaçamento. Piracicaba, ESALQ/USP. 1988. 192p. (MS)
38. PEREIRA, A.R.; MORAIS, E.J. & NASCIMENTO FILHO, M.B. Implantao de florestas de ciclos-curtos sob novos modelos de espaçamento. Silvicultura, São Paulo, 8(28):429-32, jan./fev. 1983.
39. ROBINSON, H.F. & COCKERHAM, C.C. Estimacão y significado de los parâmetros genéticos. Fitotecnia latinoamericana, Caracas, 2:23-38, 1965.
40. SANTOS, J.B. dos, Estabilidade genotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) nas condioes do sul de Minas. Piracicaba, ESALQ/USP. 1980 (MS)
41. SHELBOURNE, C.J. A. & COCKREM, F.R.M. Progeny and clonal test designs for New Zealand's tree breeding programs. New Zealand, Forest Reserch Institute Tree Improvement, 1969. 15p. (Report, 41)
42. SHIMIZU, J.Y.; KAGEYAMA, P.Y. & HIGA, A.R. Procedimentos e recomendaoes para estudos de progênies de essências florestais. Curitiba, EMBRAPA. Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro Sul, 1982. 33p. (Documentos, 11)
43. SMITH, D.M. The practice of silviculture. 7 ed. New York, John Wiley. 1982. 578p.
45. SOUZA, R.N. Efeito de dois espaçamentos na produoo em peso e volume de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden). Viçosa, UFV. 1989. 88p. (MS)

46. VELLO, N. A. & VENCOVSKY, R. Variâncias associadas as estimativas de variância genética e coeficiente de herdabilidade. In: RELATÓRIO CIENTÍFICO DE 1974. Piracicaba, ESALQ, 1974. p.238-48. (Relatório, 8)
47. VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P. Melhoramento e produção do milho. Campinas, Fundação Cargill. 1987. Cap.5, p.5-214.
48. ZOBEL, B. & TALBERT, J. Applied forest tree improvement. New York, John Wiley & sons, 1984. 505p.

APÊNDICE

APENDICE 1 - Média das progênies (Prog.) de *E. pyrocarpa* aos 82 meses, para as características: altura em metros e DAP em cm, nos espaçamentos 2,0m x 1,5m (a), 3,0m x 1,5m (b) e 3,0m x 2,0m (c), em Carbonita, Minas Gerais.

Prog.	Altura			DAP		
	a	b	c	a	b	c
1	12.78	13.53	16.49	9.07	10.04	13.81
2	13.61	14.15	15.56	10.06	11.14	11.68
3	13.10	16.07	16.63	8.26	12.90	13.13
4	14.09	15.58	16.73	10.84	13.11	14.31
5	14.01	14.23	15.61	9.87	11.11	13.12
6	12.45	12.47	14.08	7.78	8.48	9.47
7	12.96	15.12	16.67	9.17	11.55	12.73
8	13.91	15.56	16.35	10.58	13.09	13.26
9	12.47	14.62	16.54	9.16	11.35	14.15
10	13.62	14.86	15.76	9.25	10.48	11.70
11	7.24	12.82	15.20	4.12	11.09	11.73
12	14.24	14.13	16.56	11.08	11.73	14.24
13	11.85	14.95	15.16	8.12	12.34	13.23
14	14.33	15.86	16.31	10.62	13.29	14.53
15	11.94	13.29	14.50	8.08	10.06	11.63
16	14.23	14.81	16.71	9.93	11.49	13.30
17	13.63	14.97	15.81	9.70	11.76	12.45
18	13.31	13.23	16.55	8.75	9.94	13.42
19	14.29	14.99	14.76	11.38	12.01	11.18
20	13.63	15.15	15.71	9.41	12.22	12.71
21	11.51	14.91	16.22	8.26	12.24	12.80
22	14.02	14.48	15.05	10.24	11.99	12.20
23	9.53	11.57	13.68	6.43	8.16	11.36
24	13.86	15.79	16.67	10.99	12.94	14.96
25	13.75	15.98	17.02	10.19	12.71	13.54
26	11.84	13.64	15.20	8.63	10.88	13.16
27	14.32	13.15	16.50	10.83	10.99	14.95
28	13.75	14.78	15.97	10.03	12.34	13.59
29	11.52	12.61	14.04	8.01	9.77	11.77
30	13.42	15.49	15.94	9.93	13.22	13.75



## CONTINUAÇÃO:

31	14.57	15.51	16.30	10.96	12.75	13.83
32	13.54	14.31	15.18	9.57	10.65	11.70
33	14.25	15.12	16.86	10.66	12.66	15.55
34	13.72	15.01	17.13	9.79	11.24	13.51
35	14.13	14.49	15.87	10.18	11.43	13.27
36	13.82	15.66	16.50	9.94	11.31	12.79
37	13.28	14.22	16.33	9.44	10.53	12.86
38	13.82	14.38	16.73	10.00	11.38	14.15
39	14.20	14.49	17.14	10.64	11.40	13.33
40	12.93	14.17	15.73	9.52	10.59	12.71
41	14.06	14.99	15.62	10.26	12.28	12.59
42	11.46	11.65	11.70	7.86	8.56	8.85
43	13.35	14.06	15.83	9.96	11.06	13.68
44	14.89	15.47	15.39	10.82	11.88	12.16
45	10.93	9.72	15.61	7.68	7.60	14.67
46	12.96	14.06	15.25	9.65	11.45	13.11
47	13.20	12.66	12.70	10.04	9.69	10.77
48	14.60	15.80	16.60	10.52	12.21	12.93
49	12.33	13.05	13.65	8.76	10.41	11.23
50	13.00	11.14	13.46	9.54	7.49	9.70
51	13.27	14.36	15.80	9.24	11.12	13.00
52	13.51	14.01	15.72	9.80	11.74	12.88
53	12.69	14.86	16.08	9.96	12.24	13.14
54	13.98	14.99	16.72	9.30	10.83	13.83
55	14.06	14.31	14.69	9.13	10.97	11.60
56	14.48	13.44	16.89	10.32	10.28	14.71
57	13.83	15.03	16.36	9.83	11.45	12.85
58	14.13	15.51	14.29	10.03	12.20	12.34
59	14.67	14.56	15.47	10.39	10.80	12.10
60	15.18	14.13	16.64	10.49	11.26	13.03
61	12.89	14.47	15.32	9.45	11.41	12.86
62	12.00	14.92	14.92	8.96	11.68	11.91
63	14.10	15.51	16.36	10.40	12.57	14.90
64	14.27	15.75	16.28	10.14	12.81	13.21
65	12.36	14.16	15.84	8.77	11.65	12.17
66	10.41	13.42	13.87	7.59	10.55	10.90

## CONTINUAÇÃO:

67	11.89	12.78	15.25	7.77	9.78	11.59
68	13.13	13.89	15.35	8.69	10.15	12.03
69	10.08	9.78	12.48	5.91	6.23	8.04
70	13.55	11.28	14.01	8.96	7.89	9.75
71	12.31	14.18	15.81	8.59	10.83	11.58
72	13.56	13.54	16.10	8.63	10.10	12.56
73	9.38	12.09	12.43	6.90	9.43	10.65
74	10.96	13.12	13.58	6.86	9.05	9.28
75	12.95	14.99	15.73	9.49	11.36	12.76
76	11.00	14.96	15.78	6.93	11.76	11.59
77	14.35	14.86	15.50	10.48	11.71	12.08
78	14.52	15.08	17.07	10.86	11.47	15.08
79	13.33	14.65	16.15	10.65	11.40	13.77
80	13.95	15.00	16.18	10.70	12.09	13.76
81	13.82	15.20	15.22	10.25	11.92	11.94
82	12.39	11.82	15.24	9.69	8.98	12.10
83	14.37	14.90	16.25	10.77	11.47	12.10
84	13.73	13.71	15.01	10.45	11.52	12.77
85	12.51	14.21	16.26	8.78	10.99	14.10
86	11.05	14.42	15.63	8.21	12.30	12.53
87	8.87	12.76	12.80	6.31	10.61	9.35
88	15.39	14.33	16.25	12.02	11.61	13.36
89	12.87	13.43	16.09	9.55	10.33	12.26
90	11.56	11.79	15.10	6.90	7.77	11.82
91	12.33	14.02	15.51	9.10	10.78	12.80
92	11.98	13.74	13.51	8.55	10.57	10.26
93	12.37	14.56	14.87	8.54	11.26	11.69
94	10.84	10.90	13.07	7.13	8.07	9.07
95	12.60	14.18	15.22	8.11	11.17	11.40
96	11.28	13.15	12.64	7.90	10.29	10.12
97	14.05	13.46	14.29	11.22	10.95	11.40
98	13.51	13.21	14.35	9.45	10.02	11.51
99	12.68	14.72	17.52	8.76	11.22	14.99
100	10.79	9.53	12.41	7.36	7.02	9.36



APENDICE 2 - Médias das progênies (Prog.) de *E. pyrocarpa* aos 82 meses, para as características volume, em m<sup>3</sup> e % de sobrevivência nos espaçamentos 2,0m x 1,5m (a), 3,0m x 1,5m (b) e 3,0m x 2,0m (c), em Carbonita, Minas Gerais.

Prog.	Volume			% Sobrevivência		
	a	b	c	a	b	c
1	0.099	0.108	0.233	80.0	73.3	100.0
2	0.107	0.134	0.153	86.7	93.3	86.7
3	0.070	0.220	0.214	100.0	93.3	86.7
4	0.127	0.210	0.251	100.0	93.3	86.7
5	0.106	0.138	0.213	93.3	100.0	100.0
6	0.061	0.075	0.104	80.0	86.7	93.3
7	0.086	0.157	0.202	93.3	100.0	86.7
8	0.133	0.211	0.267	93.3	100.0	93.3
9	0.085	0.150	0.257	93.3	93.3	93.3
10	0.086	0.129	0.162	93.3	100.0	100.0
11	0.011	0.137	0.172	33.3	26.7	73.3
12	0.136	0.162	0.244	46.7	86.7	86.7
13	0.065	0.180	0.201	100.0	100.0	86.7
14	0.125	0.229	0.277	100.0	100.0	100.0
15	0.067	0.113	0.163	100.0	100.0	93.3
16	0.107	0.154	0.250	100.0	100.0	93.3
17	0.098	0.164	0.204	100.0	86.7	93.3
18	0.083	0.104	0.252	86.7	100.0	80.0
19	0.155	0.176	0.173	100.0	93.3	93.3
20	0.094	0.191	0.207	86.7	80.0	100.0
21	0.063	0.177	0.219	100.0	73.3	93.3
22	0.110	0.161	0.165	93.3	86.7	86.7
23	0.367	0.062	0.157	86.7	60.0	60.0
24	0.129	0.204	0.283	93.3	93.3	93.3
25	0.124	0.209	0.272	86.7	100.0	100.0
26	0.074	0.128	0.222	80.0	86.7	93.3
27	0.134	0.135	0.291	100.0	80.0	86.7
28	0.155	0.183	0.258	93.3	93.3	100.0
29	0.070	0.100	0.159	80.0	93.3	86.7
30	0.110	0.218	0.264	93.3	80.0	93.3



## CONTINUAÇÃO:

31	0.142	0.202	0.256	73.3	86.7	86.7
32	0.095	0.131	0.152	86.7	80.0	80.0
33	0.120	0.193	0.277	100.0	100.0	100.0
34	0.107	0.149	0.208	100.0	86.7	100.0
35	0.118	0.149	0.202	93.3	86.7	100.0
36	0.111	0.161	0.213	93.3	100.0	93.3
37	0.094	0.127	0.189	93.3	86.7	100.0
38	0.112	0.151	0.260	80.0	86.7	86.7
39	0.128	0.152	0.233	93.3	80.0	100.0
40	0.094	0.127	0.174	100.0	100.0	100.0
41	0.120	0.184	0.197	93.3	100.0	100.0
42	0.073	0.069	0.100	86.7	80.0	86.7
43	0.102	0.136	0.228	93.3	100.0	80.0
44	0.126	0.168	0.184	93.3	100.0	93.3
45	0.055	0.047	0.271	80.0	73.3	73.3
46	0.094	0.140	0.214	86.7	93.3	93.3
47	0.106	0.094	0.129	93.3	93.3	100.0
48	0.126	0.183	0.237	93.3	100.0	100.0
49	0.073	0.120	0.139	93.3	93.3	73.3
50	0.094	0.059	0.132	53.3	73.3	53.3
51	0.095	0.143	0.230	93.3	86.7	86.7
52	0.109	0.160	0.201	93.3	93.3	93.3
53	0.107	0.183	0.250	86.7	100.0	100.0
54	0.100	0.143	0.255	93.3	86.7	93.3
55	0.100	0.138	0.169	93.3	86.7	93.3
56	0.132	0.129	0.295	93.3	80.0	100.0
57	0.110	0.157	0.220	100.0	100.0	93.3
58	0.126	0.188	0.201	100.0	86.7	93.3
59	0.130	0.140	0.186	80.0	93.3	100.0
60	0.132	0.147	0.230	100.0	93.3	93.3
61	0.088	0.156	0.206	86.7	93.3	100.0
62	0.084	0.158	0.184	80.0	80.0	80.0
63	0.123	0.196	0.242	100.0	80.0	100.0
64	0.119	0.205	0.244	93.3	100.0	93.3
65	0.079	0.154	0.202	66.7	93.3	100.0
66	0.046	0.115	0.141	86.7	93.3	93.3

## CONTINUAÇÃO:

67	0.057	0.095	0.157	100.0	100.0	93.3
68	0.082	0.112	0.195	93.3	73.3	73.3
69	0.036	0.039	0.077	66.7	46.6	93.3
70	0.086	0.057	0.111	73.3	93.3	80.0
71	0.083	0.136	0.168	86.7	93.3	93.3
72	0.079	0.107	0.194	93.3	93.3	100.0
73	0.038	0.088	0.119	93.3	73.3	100.0
74	0.041	0.087	0.087	73.3	100.0	100.0
75	0.102	0.152	0.233	93.3	100.0	93.3
76	0.044	0.161	0.173	80.0	80.0	93.3
77	0.120	0.155	0.176	93.3	86.7	100.0
78	0.143	0.158	0.319	93.3	93.3	100.0
79	0.123	0.148	0.238	93.3	100.0	100.0
80	0.129	0.177	0.249	100.0	100.0	93.3
81	0.117	0.176	0.173	93.3	100.0	100.0
82	0.099	0.076	0.157	93.3	86.7	93.3
83	0.128	0.162	0.172	86.7	100.0	93.3
84	0.118	0.143	0.193	93.3	80.0	100.0
85	0.081	0.135	0.262	73.3	100.0	100.0
86	0.067	0.171	0.221	93.3	93.3	93.3
87	0.032	0.125	0.093	60.0	73.3	73.3
88	0.176	0.151	0.242	100.0	100.0	100.0
89	0.099	0.114	0.180	100.0	100.0	100.0
90	0.044	0.065	0.162	93.3	93.3	100.0
91	0.081	0.138	0.208	93.3	100.0	73.3
92	0.073	0.122	0.122	100.0	93.3	93.3
93	0.077	0.154	0.156	73.3	73.3	93.3
94	0.046	0.063	0.086	53.3	66.7	93.3
95	0.070	0.139	0.175	93.3	93.3	93.3
96	0.060	0.108	0.155	73.3	86.7	100.0
97	0.143	0.130	0.170	93.3	100.0	100.0
98	0.102	0.109	0.168	86.7	80.0	100.0
99	0.075	0.153	0.328	100.0	93.3	80.0
100	0.065	0.048	0.102	86.7	86.7	93.3