

COMPORTAMENTO DE ESPÉCIES DE EUCALIPTOS FACE AO ESPAÇAMENTO

A. S. Rensi Coelho^(*)
H. A. Mello^(**)
J. W. Simões^(**)

1. Introdução

As alterações verificadas no uso da madeira de eucalipto nos últimos anos, quando deixou de ser encarada como simples material combustível para converter-se em matéria-prima industrial de importância inquestionável na produção de celulose, papel, chapas e raion, provocaram a necessidade de rever os estudos sobre espaçamento, uma vez que o uso de madeira de maior espessura se impõe por razões de ordem técnica.

Muito embora seja fato conhecido dos técnicos que, na produção de madeira de pequenas dimensões, em ciclos curtos, os espaçamentos reduzidos proporcionam maior rendimento volumétrico por unidade de área que os espaçamentos mais amplos, o fato em si tem outras implicações.

A utilização de madeira fina em proporções elevadas ou o uso de madeira fina somente na fabricação de chapas, conduz a um aumento da percentagem de casca no produto acabado, com reflexos na qualidade do mesmo. Tal fato decorre do aumento da percentagem de casca nas peças finas.

Por sua vez, a maior ou menor proporção de madeira fina como produto da exploração dos povoamentos instalados sob espaçamentos reduzidos decorre do surgimento precoce da competição, entre as árvores, por espaço para crescer, com conseqüente dominância das mais vigorosas e mais bem dotadas. A percentagem de árvores dominadas, prejudicadas em seu desenvolvimento, produtoras de madeira fina e de inferior qualidade pode, sob certas circunstâncias, atingir 30% da população.

Dessa forma, sendo o espaçamento a única variável dentre as que atuam sobre o crescimento em diâmetro que pode ser controlada eficientemente pelo silvicultor, passa êle a desempenhar papel dos mais importantes na qualidade e valor da matéria-prima produzida nos povoamentos sob manejo adequado.

Tendo o espaçamento influência tão marcante na produção de madeira e em sua qualidade, os estudos relativos à densidade dos povoamentos tornam-se mais necessários e mais justificados, de modo a acompanhar a marcante evolução das técnicas de manejo florestal nos últimos tempos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

^(*) Chefe da Divisão Florestal da Duratex S.A. Indústria e Comércio - Jundiaí, São Paulo e Diretor Executivo do IPEF.

^(**) Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», da Universidade de São Paulo. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais.

GUIMARÃES (1957) estudando o comportamento do **E. saligna** plantado sob diferentes espaçamentos, com vistas à produção de lenha, dentre outras conclusões, salientava que a equação de regressão obtida na análise da renda do capital ou da percentagem de lucro líquido passava por um máximo para uma área ocupada por planta $x = 7,60 \text{ m}^2$. Esse resultado levaria o técnico a preferir espaçamentos maiores que o usual, ou seja, maior que $2,0 \times 2,0 \text{ m}$. Mostrava ainda o mesmo autor que para $x = 6,00 \text{ m}^2$ ($3,0 \times 2,0 \text{ m}$) o valor esperado $y = 20,53\%$ era quase igual ao valor observado no experimento ($20,43\%$), que pouco difere do máximo calculado. Comparando essas percentagens com as que correspondem ao espaçamento de $2,0 \times 2,0 \text{ m}$, $15,80\%$ como valor observado e $14,88\%$ como valor esperado pela curva de regressão, resultava aconselhável efetuar os plantios a compassos mais amplos que $2,0 \times 2,0 \text{ m}$, quando se tem em mira obter maior taxa de juros.

PRYOR (1967) considera que ao decidir sobre o espaçamento, o silvicultor está tomando uma das decisões mais difíceis, pois que em muitas circunstâncias, essa decisão tem um grande efeito sobre o custo da matéria-prima produzida e sobre a contextura dos preços correntes, pela restrita oportunidade de manipulação do produto pelos desbastes praticados da maneira tradicional. Por isso é preciso se tomar toda precaução para selecionar o melhor espaçamento inicial. Admitindo que por necessidade de caráter tecnológico e social o manejo dos povoamentos de eucalipto tenha por objetivo a produção de madeira industrial, de rápido crescimento, porém, de baixa densidade, devendo ser alcançadas produções em rotações curtas, os espaçamentos mais amplos possíveis, sob determinadas condições, serão os mais apropriados. Conclui que decisões precisas sobre espaçamentos e espécies não podem ser tomadas sempre sem um conhecimento mais preciso da influência dos mesmos nas qualidades dos produtos obtidos.

COOK (1963) registra que no nordeste dos Estados Unidos, o tradicional e ainda recomendado espaçamento de $1,80 \times 1,80 \text{ m}$ entre plantas tem demonstrado ser dispendioso por envolver altos custos de implantação e de tratamentos culturais subsequentes. Só raramente são feitas previsões conscientes visando uma extração fácil, livre e eficiente dos produtos florestais. Ressalta que plantações estabelecidas a $3,00 \times 1,80 \text{ m}$, em linhas equidistantes oferecem condições para prover um espaço adequado ao crescimento e aos trabalhos ligados ao manejo e à extração dos produtos florestais, ao mesmo tempo que proporciona uma economia de 40% nos custos da implantação, eliminando ainda a necessidade de, pelo menos, um desbaste não comercializável que, em última instância, é uma operação de difícil realização e, por vezes, mais difícil de persuadir os proprietários de áreas florestais de realizá-la. Ressalta o autor que o crescimento em diâmetro das árvores, individualmente, está estreitamente correlacionado ao espaço disponível para crescerem.

Reportando-se ao hemisfério sul, WARDLE (1967) registra que os espaçamentos adotados variam de $2,10$ a $2,70 \text{ m}$, sendo este último adotado normalmente pelo Serviço Florestal da África do Sul. Salienta que a aplicação prática das técnicas florestais nos países africanos tem sido influenciada pelo trabalho de Craib e pelas práticas desenvolvidas na África do Sul, mais que por qualquer outro fator. Tendo por objetivo, produzir madeira para serraria com diâmetro médio de $0,45 \text{ m}$ tão rapidamente quanto possível, a adoção de espaçamentos iniciais amplos, possibilita retardar os efeitos da competição mútua e evitar um desbaste precoce e não comercializável.

CRAIB (1947) já sugeria o uso de espaçamentos mais amplos na implantação de povoamentos, a fim de obter maiores acréscimos de área basal e, conseqüentemente, maiores aumentos volumétricos.

Ao assinalar que 1,80 m x 1,80 m e 2,40 m x 1,80 m são espaçamentos ainda adotados nos Estados americanos do sudeste, STEVENSON (1966) ressalta a tendência para a adoção de espaçamentos mais amplos com distâncias entre linhas de plantas acima de 4,20 m.

TOUMEY e KORSTIAN (1957) salientam que mesmo em países onde a silvicultura foi estabelecida há longo tempo, ainda existe muita controvérsia a respeito do melhor espaçamento para as diferentes espécies em diferentes estações.

COZZO (1955) tece interessantes considerações a respeito das distâncias de plantio mencionando os fatores que intervêm na escolha das mesmas: tipos de produtos a obter, mecanização da cultura, facilidades para a extração dos produtos e características ecológicas locais.

Estudando o feito do espaçamento sobre a produção de madeira expresso em peso, MAEGLIN (1967) conclui que o volume de madeira comercializável ou utilizável obtido aos 15 anos de **Pinus resinosa** Ait e **P. banksiana** Lamb. está correlacionado ao espaçamento, e que o máximo rendimento em peso é uma função primária do volume utilizável.

É do consenso geral que plantações estabelecidas sob um espaçamento de 2,0 x 2,0m oferecem dificuldades à mecanização, à extração dos produtos e são de condução dispendiosa até a idade do primeiro desbaste que possibilite a obtenção de produtos comercializáveis. A competição se estabelece cedo, dependendo da espécie e das condições do meio. Neste trabalho os autores apresentam os resultados de um estudo envolvendo quatro diferentes espécies plantadas sob dois espaçamentos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

O experimento foi instalado no Hôrto da Mina, Município de Itupeva, no Estado de São Paulo, Brasil.

3.1.1 - Localização

A área utilizada para a instalação do experimento situa-se, aproximadamente, a 47° 03' de longitude oeste de Greenwich e 23° 09' de latitude sul, fazendo parte das terras pertencentes à Duratex S.A. Indústria e Comércio, em Itupeva, Estado de São Paulo. A altitude é de 700 m.

3.1.2 - Solo

O solo que se prestou ao experimento é um solo podzolizado com cascalhos (COMISSÃO DE SOLOS, 1960), moderadamente drenado, pouco profundo, com espessura em torno de 1,5 m, apresentando cascalhos ao longo do perfil.

3.1.3 - Relêvo

O relêvo varia de forte ondulação a montanhoso.

3.1.4 - Cobertura

A cobertura vegetal primária foi constituída por floresta latifoliada tropical semi-decídua. A atual é constituída pelas espécies de **Eucalyptus**, utilizadas no experimento.

A análise química de amostras de terra colhidas no local do experimento revela tratar-se de um solo de baixa fertilidade, embora mostre teores médios em nitrogênio total e potássio. Além disso apresenta acidez elevada conforme se poderá inferir dos dados abaixo: pH = 4,8; matéria orgânica = 2,064%; N total = 0,112%; fósforo = 0,054; potássio = 0,130; cálcio = 0,56 e magnésio = 0,40, como teores trocáveis em miliequivalentes/100 g de terra.

3.1.5 - Clima

Pela carta climática do Estado de São Paulo, organizada por GODOY e ORTOLANI (sem data), com base no Sistema de Köppen, o clima, na região do experimento, é do tipo Cfa. É um clima mesotérmico úmido, sem estiagem, em que a temperatura média do mês mais quente é maior do que 22°C e do mês mais frio é menor de 18°C. O total das chuvas do mês mais seco é superior a 30 mm e menor que 60 mm. O índice pluviométrico para este tipo climático varia entre 1.100 e 1.700 mm de chuvas. No local do experimento a média observada no decorrer dos anos de 1965 a 1968 oscilou em torno de 1.300 mm anuais. Os meses mais chuvosos são os que vão de outubro a março (Verão) e os menos chuvosos, são os que vão de abril a setembro (Inverno).

3.1.6 - Preparo do solo

O solo foi convenientemente preparado para a instalação do experimento, tendo recebido aração e gradagem, para a seguir ser dividido em parcelas de acordo com o esquema adotado para o experimento.

3.1.7 - Escolha das espécies e obtenção de mudas

As espécies escolhidas para a instalação do experimento foram: **Eucalyptus saligna**, **E. grandis**, **E. alba** e **E. propinqua**, com mudas obtidas de sementes selecionadas e produzidas em viveiro local. As mudas produzidas em alfofres foram transplantadas para torrões do tipo torrão-paulista. Por ocasião do plantio receberam uma adubação de 100%g/cova de uma fórmula N, P, K, preparada segundo a relação 9-10-9, usando sulfato de amônio, superfosfato simples, fosforita de Olinda e cloreto de potássio.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Plano do experimento

O ensaio obedeceu ao esquema fatorial 4x4x2, para espécies, épocas de corte e espaçamentos, com 4 repetições dos 32 tratamentos em blocos ao acaso. Das 224 plantas (14 x 16) que compõem cada parcela, apenas 168 foram usadas, uma vez que foi mantida uma bordadura simples de 56 plantas.

3.2.2 - Espécies

As espécies em estudo são o **Eucalyptus saligna** Sm., o **E. grandis** Hill ex Maiden, o **E. alba** Reinw e o **E. propinqua** Deane & Maiden.

3.2.3 - Idade de corte

Os cortes visando a utilização econômica do material lenhoso se processarão aos 5, 7, 9 e 11 anos de idade, de modo a permitir estudar o rendimento industrial a cada idade e a natureza do produto final obtido.

3.2.4 - Espaçamento

Dois espaçamentos, 3,00 x 1,50 m e 3,00 x 2,00 m são estudados.

3.2.5 - Efeito dos tratamentos no desenvolvimento das plantas

O plantio foi realizado no decorrer do mês de abril de 1965, estendendo-se do dia 5 a 28. As medições foram, inicialmente, feitas a cada 4 meses e os dados analisados estatisticamente. A partir do segundo ano, as árvores passaram a ter suas medidas de altura e diâmetro a 1,30 m do solo, realizadas anualmente.

4. RESULTADOS

4.1 - Idade: 2 anos

A análise de variância dos dados correspondentes às medições realizadas quando as árvores completavam 2 anos de idade é apresentada abaixo.

Quadro I - Análise da variância dos dados relativos aos diâmetros das árvores (DAP) aos 2 anos de idade. Hórto da Mina Itupeva - São Paulo.

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espécies (S)	3	13,63	170,39**
Espaçamentos (E)	1	16,41	20,5 **
Interação (E x S)	3	0,70	8,75**
(Tratamentos)	(7)	8,49	106,12
Blocos	3	0,43	5,37
Resíduo	117	0,08	
Total	127		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

s = 0,28cm

C.V. = 3,6%

As médias para as espécies com erro padrão 0,014 cm são:

E. alba 8,32 cm
E. grandis 8,18 cm
E. saligna 7,83 cm
E. propinqua 6,87 cm

Diferenças mínimas significativas para aplicação do teste de Tukey para espécies: 5% $\cong \Delta = 0,21$ cm; 1% $\cong \Delta = 0,26$ cm.

As médias para os espaçamentos, com erro padrão 0,01 cm são:

Espaçamento 3,00 x 2,00 m 8,15 cm

Espaçamento 3,00 x 1,50 m 7,44 cm

Quadro II - Desdobramento dos graus de liberdade da interação ExS.

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espaçamento dentro da espécie E. alba	1	4,34	54,25**
Espaçamento dentro da espécie E. saligna	1	6,50	81,25**
Espaçamento dentro da espécie E. grandis	1	7,02	87,75**
Espaçamento dentro da espécie E. propinqua	1	0,68	8,50**
Resíduo	(17)	0,08	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

As médias para o espaçamento de 3,00 x 2,00 m, com erro padrão 0,02 cm, dentro das espécies, são:

E. alba 8,69 cm

E. grandis 8,64 cm

E. saligna 8,27 cm

E. propinqua 7,00 cm

As médias para o espaçamento de 3,00 x 1,50 m, com erro 0,02 cm, dentro das espécies, são:

E. alba 7,95 cm

E. grandis 7,71 cm

E. saligna 7,37 cm

E. propinqua 6,72 cm

Quadro III - Análise da variância dos dados relativos às alturas aos 2 anos de idade (24-4-1967). Hôrto da Mina - Itupeva - São Paulo.

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espaçamento (E)	1	0,77	2,21
Espécies (S)	3	8,48	24,17**
Interação (E x S)	3	0,71	2,02
Tratamentos	7	4,05	11,57
Blocos	3	0,11	
Resíduo	117	0,35	
Total	128		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

s = 0,6 m

C.V. = 5,5%

As médias para as espécies com erro de 0,06 m são:

E. grandis..... 11,41 cm

E. saligna 11,05 cm

E. alba10,98 cm
E. propinqua 10,19 cm

Diferenças mínimas significativas para aplicação do teste de Tukey para espécie: 5% \cong $\Delta = 0,45$ m; 1% \cong $\Delta = 0,55$ m.

As médias para os espaçamentos, com erro de 0,04 m são:

Espaçamento de 3,00 x 2,00 m -10,97 m
 Espaçamento de 3,00 x 1,50 m -10,82 m

4.2 - Idade: 3 anos

Quando as árvores completavam 3 anos de idade foi feita nova medição de alturas e diâmetro cujos dados são analisados a seguir.

Quadro IV - Análise da variância dos dados relativos aos diâmetros das árvores (D.A.P.) ao 3 anos de idade (24-4-1968). Hôrto da Mina - Itupeva - São Paulo.

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espaçamento (E)	1	37,65	188,26**
Espécies (S)	3	15,65	78,26**
Interação (E x S)	3	0,39	1,95
Tratamentos	7	12,25	61,21
Blocos	3	1,68	6,40
Resíduo	117	0,20	
Total	127		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade
 $s = 0,45$ m C.V. = 4,42%

As médias dos diâmetros para as espécies, com erro padrão 0,08 cm são:

E. alba 10,90 cm
E. grandis 10,53 cm
E. saligna 10,00 cm
E. propinqua 9,29 cm

Diferenças mínimas significativas para aplicação do teste de Tukey para espécie: 5% \cong $\Delta = 0,33$ m; 1% \cong $\Delta = 0,41$ cm.

As médias para os espaçamentos, com erro de 0,06 m são:

Espaçamento de 3,00 x 2,00 m -10,72 m
 Espaçamento de 3,00 x 1,50 m -9,64 m

A análise da variância dos dados relativo às alturas das árvores, aos 3 anos de idade é apresentada a seguir.

Quadro V - Análise de variância dos dados relativos às alturas das árvores, aos 3 anos de idade. Hórto da Mina - Itupeva - São Paulo.

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espaçamento (E)	1	2,90	7,63*
Espécies (S)	3	12,70	33,42**
Interação (E x S)	3	1,20	3,16*
Tratamentos	7	6,40	16,84
Blocos	3	5,88	15,47
Resíduo	117	0,38	
Total	127		

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

s = 0,62 m

C.V. = 4,26%

As médias das alturas para as espécies, com erro padrão 0,11 m são:

E. grandis 15,20 cm
E. alba 14,95 cm
E. saligna 14,37 cm
E. propinqua 13,73 cm

Diferenças mínimas significativas para aplicação do teste de Tukey para espécie: 5% $\cong \Delta = 0,47$ m; 1% $\cong \Delta = 0,57$ m.

As médias para os espaçamentos, com erro de 0,078 m são:

Espaçamento de 3,00 x 2,00 m -14,71 m
Espaçamento de 3,00 x 1,50 m -14,41 m

Quadro VI - Desdobramento dos graus de liberdade da interação E x S.

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espaçamento dentro de E. alba	1	0,86	2,26
Espaçamento dentro de E. saligna	1	0,17	0,45
Espaçamento dentro de E. grandis	1	2,52	6,65**
Espaçamento dentro de E. propinqua	1	0,21	0,66
Resíduo	117	0,38	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

As médias das alturas de **E. grandis**, com erro padrão 0,15 m, dentro dos espaçamentos são:

Espaçamento de 3,00 x 2,00 m -15,48 m
Espaçamento de 3,00 x 1,50 m -14,92 m

4.3 - Idade: 4 anos

Aos quatro anos de idade do povoamento, a situação encontrada era a seguinte, em relação aos diâmetros das árvores:

Quadro VII - Análise da variância dos dados relativos aos diâmetros das árvores (D.A.P.) aos 4 anos de idade. Hórto da Mina - Itupeva - São Paulo.

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espaçamento (E)	1	46,04	242,33**
Espécies (S)	3	13,42	70,65**
Interação (E x S)	7	0,47	2,47
Tratamentos	3	12,53	65,94
Blocos	3	3,20	16,85
Resíduo	117	0,19	
Total	127		

* significativo ao nível de 1% de probabilidade
 $s = 0,44$ cm C.V. = 3,87%

As médias das alturas para as espécies, com erro padrão 0,11 m são:

E. alba 11,98 cm
E. grandis 11,86 cm
E. saligna 10,93 cm
E. propinqua 10,70 cm

Diferenças mínimas significativas para aplicação do teste de Tukey para espécie:
 5% $\cong \Delta = 0,33$ m; 1% $\cong \Delta = 0,40$ m.

As médias para os espaçamentos, com erro de 0,055 cm são:

Espaçamento de 3,00 x 2,00 m -11,96 m
 Espaçamento de 3,00 x 1,50 m -10,76 m

Para as alturas das árvores, a situação encontrada era a seguinte:

Quadro VIII - Análise da variância dos dados relativos às alturas das árvores, aos 4 anos de idade. Hórto da Mina - Itupeva - São Paulo.

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espaçamento (E)	1	13,39	12,28**
Espécies (S)	3	15,70	14,40**
Interação (E x S)	3	1,26	1,16
Tratamentos	7	8,86	8,13
Blocos	3	26,07	23,92
Resíduo	117	1,09	
Total	127		

* significativo ao nível de 1% de probabilidade
 $s = 1,04$ m C.V. = 6,05%

As médias para as espécies com erro de 0,18 m são:

E. grandis..... 17,81 cm
E. saligna 17,56 cm
E. alba 17,31 cm
E. propinqua 16,00 cm

Diferenças mínimas significativas para aplicação do teste de Tukey para espécie:
 5% $\cong \Delta = 0,78$ m; 1% $\cong \Delta = 0,96$ m.

As médias para os espaçamentos, com erro de 0,13 m são:

Espaçamento de 3,00 x 2,00 m -17,50 m

Espaçamento de 3,00 x 1,50 m -16,85 m

4.4 - Idade: 5 anos

Aos 5 anos de idade procedeu-se ao corte raso das árvores das parcelas que deveriam ser cortadas a essa idade. Os rendimentos alcançados constam do Quadro IX.

Quadro IX - Volumes de madeira empilhada com casca, obtidos aos 5 anos de idade, expressos em estéreos por hectare.

Espaçamento	E. grandis	E. saligna	E. alba	E. propinqua
	351,11	382,59	345,93	248,52
3,00 x 1,50 m	347,59	293,89	296,48	256,67
	365,37	303,74	304,07	294,81
	409,63	364,63	340,93	304,26
Média	368,42	342,96	321,85	276,06
	318,47	289,17	201,94	246,80
3,00 x 2,00 m	355,83	316,25	299,03	252,50
	373,47	262,08	315,97	263,05
	331,11	311,94	317,36	346,94
Média	344,72	294,86	283,57	277,32

Quadro X - Análise da variância

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espaçamento (E)	3	9.322,64	9,51**
Espécies (S)	1	7.046,71	7,19**
Interação (E x S)	3	546,11	0,55
Tratamentos	7	5.236,14	5,34**
Blocos	3	3.340,20	3,41*
Resíduo	21	979,77	
Total	31		

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

s = 46,58 estéreos/ha

x = 313,71 estéreos/ha

C.V. = 14,58%

As médias para as espécies com erro de 16,72 estéreo/ha são:

E. grandis..... 356,57 estéreos/ha

E. saligna 318,91 estéreos/ha

E. alba 302,71 estéreos/ha

E. propinqua 276,69 estéreos/ha

Diferenças mínimas significativas para aplicação do teste de Tukey para espécie:

$\Delta 5\% = 61,96$ estéreos/ha

$\Delta 1\% = 78,56$ estéreos/ha

Verifica-se que só houve diferença no contraste **E. grandis** x **E. propinqua**, significativa ao nível de 1% de probabilidade.

Médias para os espaçamentos, com erro padrão 13,63 estéreos/ha

Espaçamento de 3,00 x 1,50 m = 327,33 estéreos/ha

Espaçamento de 3,00 x 2,00 m = 300,12 estéreos/ha

4.4.1. - Os incrementos médios anuais de volume alcançados no corte realizado aos 5 anos de idade, expressos em estéreos/ha/ano, constam do Quadro abaixo:

Quadro XI - Incrementos médios de volume aos 5 anos de idade (estéreo/ha/ano).

Espaçamento	E. grandis	E. saligna	E. alba	E. propinqua
3,00 x 1,50 m	70,22	76,52	69,19	49,70
	69,51	58,78	59,30	51,33
	73,07	66,15	60,81	58,96
	81,93	72,92	68,19	60,85
Média	73,68	68,59	64,37	55,21
3,00 x 2,00 m	63,69	57,83	40,39	49,36
	71,17	63,25	59,81	50,50
	74,69	52,42	63,19	52,61
	66,22	62,39	63,47	69,39
Média	68,94	58,97	56,71	55,46

Incrementos médios para:

Espaçamento de 3,00 x 1,50 m - 65,46 estéreos/ha/ano

Espaçamento de 3,00 x 2,00 m - 60,02 estéreos/ha/ano

E. grandis..... 71,31 estéreos/ha/ano

E. saligna 63,83 estéreos/ha/ano

E. alba 60,54 estéreos/ha/ano

E. propinqua 55,33 estéreos/ha/ano

Média geral 62,74 estéreos/ha/ano

4.5 - Rendimentos em madeira sêca

Sendo a produção industrial, uma decorrência da quantidade de matéria sêca contida em cada estéreo de madeira, foi feito um estudo dos rendimentos em madeira sêca por espécie e por espaçamento. Os resultados estão reunidos no Quadro XII.

Quadro XII – Rendimento de madeira seca aos 5 anos de idade, expresso em tonelada por hectare.

Espaçamento	E. grandis	E. saligna	E. alba	E. propinqua
	108,5	88,0	113,4	82,1
3,00 x 1,50 m	109,5	88,3	113,2	86,2
	94,7	96,2	96,9	96,5
	113,8	120,7	97,7	107,2
Média	106,6	98,3	105,3	93,0
	98,0	87,4	96,9	80,3
3,00 x 2,00 m	114,1	95,3	99,7	86,2
	119,0	91,9	106,5	66,8
	99,9	108,8	110,0	107,9
Média	107,7	95,8	103,3	85,3

Quadro XIII - Análise de variância

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espécies (S)	3	520,00	4,84*
Espaçamentos (E)	1	61,05	0,47
Interação (E x S)	3	6,40	0,05*
Tratamentos	7	234,32	2,18
Blocos	3	307,54	2,86
Resíduo	21	107,52	
Total	31		

* significativo ao nível de 5% de probabilidade Média geral = 99,42 ton/ha

As médias para os espaçamentos, com erro padrão 5,18 ton/ha:

Espaçamento de 3,00 x 1,50 m -100,80 ton/ha

Espaçamento de 3,00 x 2,00 m -98,02 ton/há

Médias por espécies com erro padrão 4,03 ton/ha:

E. grandis 107,19 ton/ha

E. alba 104,29 ton/ha

E. saligna 97,07 ton/ha

E. propinqua 89,15 ton/ha

Teste Tukey:

Δ 1% 26,05 ton/ha

Δ 5% 20,55 ton/ha

Quadro XIV - Desdobramento dos graus de liberdade da interação E x S.

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espaçamento dentro de E. grandis	1	2,53	0,023
Espaçamento dentro de E. saligna	1	12,61	0,117
Espaçamento dentro de E. alba	1	8,20	0,076
Espaçamento dentro de E. propinqua	1	118,58	1,103
Resíduo	21	107,52	

Causa de variação	G. L.	Q. M.	F
Espaçamento dentro 3,0 x 1,5 m	3	161,69	1,50
Espaçamento dentro 3,0 x 2,0 m	3	385,06	3,58*
Resíduo	21	107,52	

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

Médias por espécies com erro padrão 4,90/há dentro do espaçamento 3,0 x 2,0 m:

E. grandis 107,75 ton/ha
E. alba 103,27 ton/ha
E. saligna 95,85 ton/ha
E. propinqua 85,30 ton/ha

Pela aplicação do teste de Tukey cujas diferenças mínimas significativas encontradas foram:

Δ 1% 20,55 ton/ha

Δ 5% 26,05 ton/ha

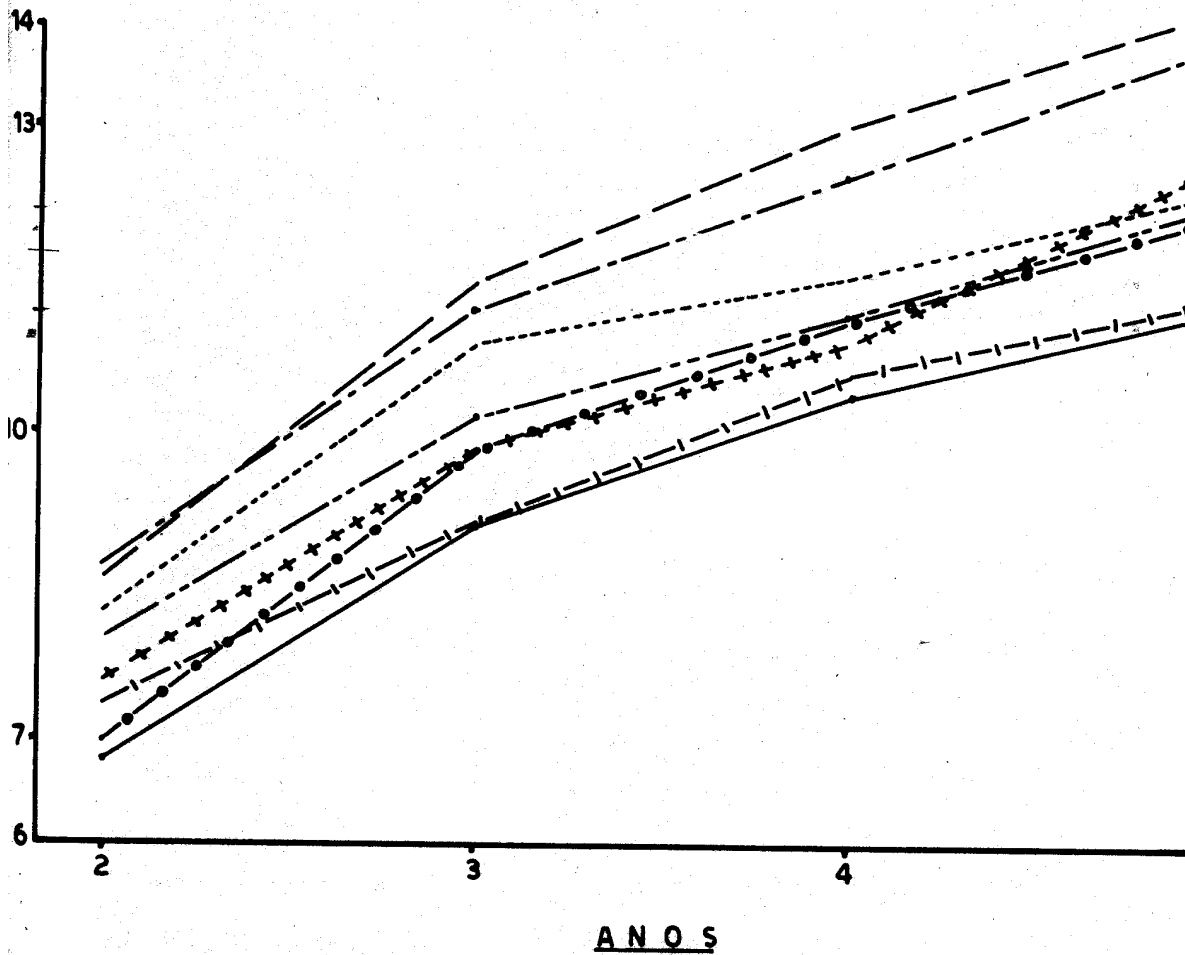
Constata-se que o **E. grandis** diferiu do **E. propinqua** ao nível de 5% de probabilidade.

Não houve significância para os demais contrastes.

Para melhor visualização os resultados foram reunidos em gráficos:

Crescimento em diâmetro (DAP) em função da idade, da espécie e do espaçamento

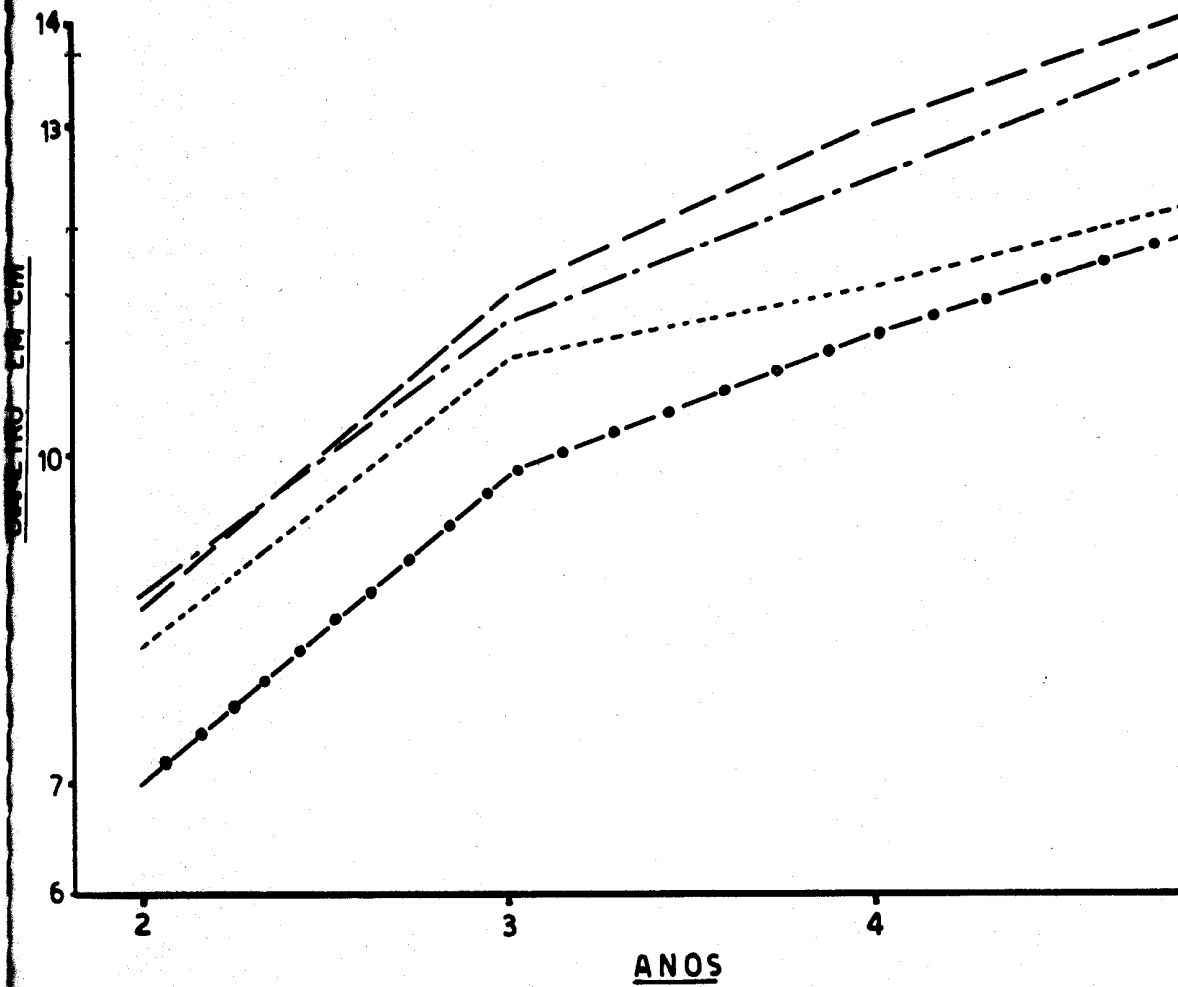
ESPAÇAMENTO 30 x 20 m	EUCALYPTUS	ESPAÇAMENTO 30 x 15 m
-----	alba	-----
-----	grandis	+ + + + + + +
●-----●	propinqua	-----
-----	saligna	- - - - - - -



Crescimento do diâmetro (DAP) em função da idade,
e da espécie no espaçamento 30 x 20 m

ESPACAMENTO 30 x 20 m	EUCALYPTUS
-----	alba 13.7
-----	grandis
-●-●-●-●-	propinqua
-----	saligna

13.7



Crescimento do diâmetro (DAP) em função da idade, e da espécie no espaçamento 3,0 x 2,0 m

ESPACAMENTO 3,0 x 2,0 m	EUCALYPTUS
-----	alba
-----	grandis
-●-●-●-●-	propinqua
-----	saligna

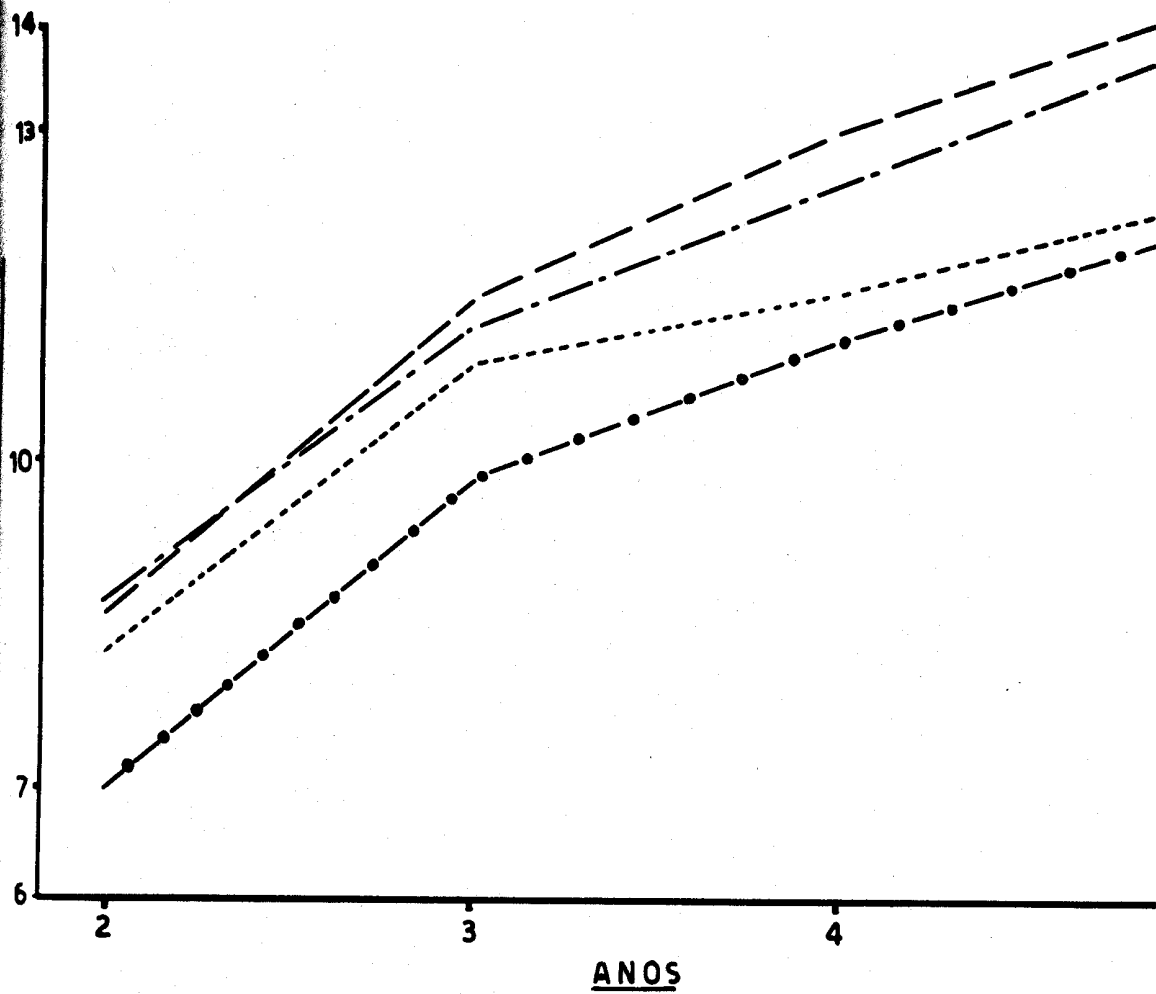


Figura 4

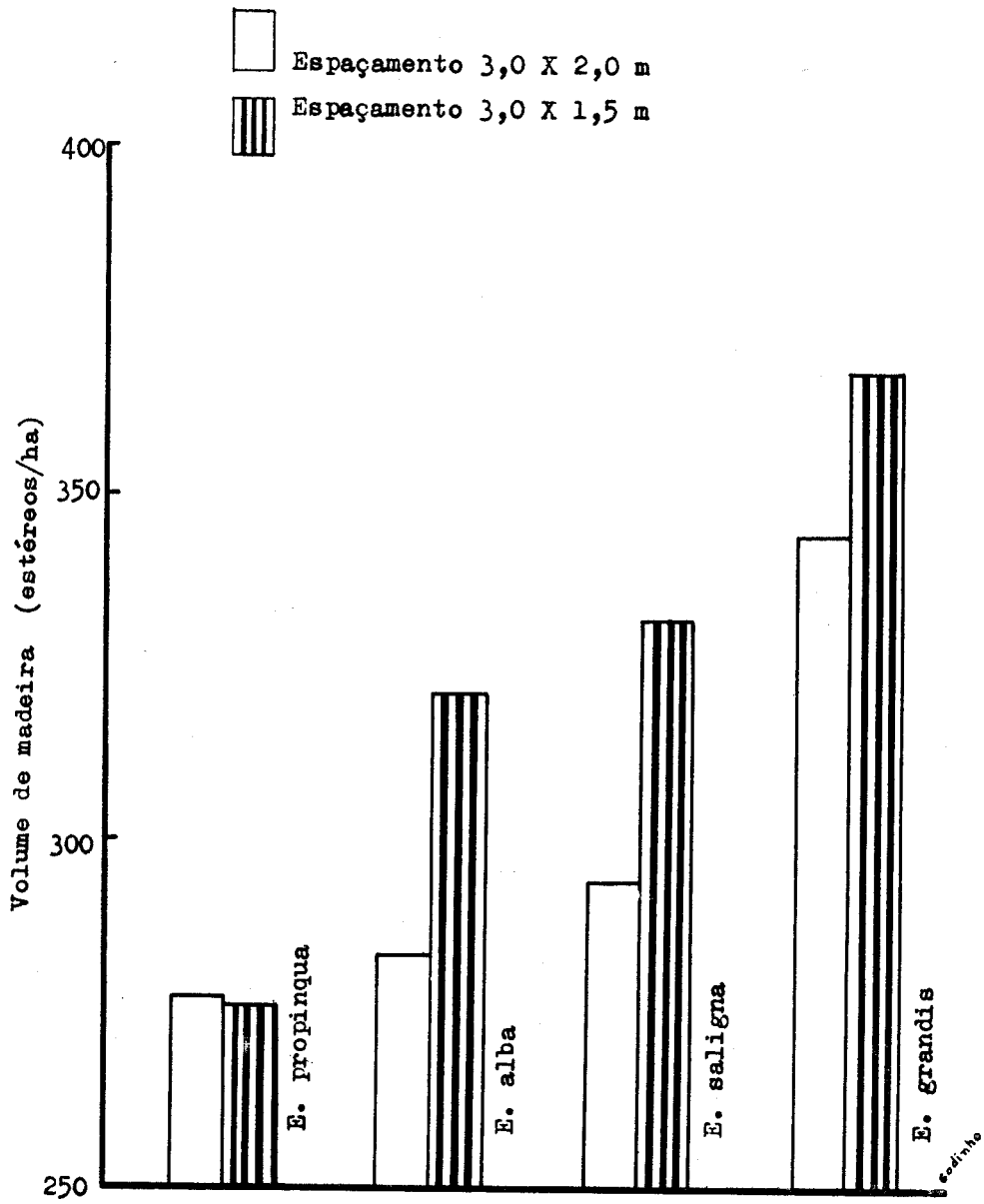
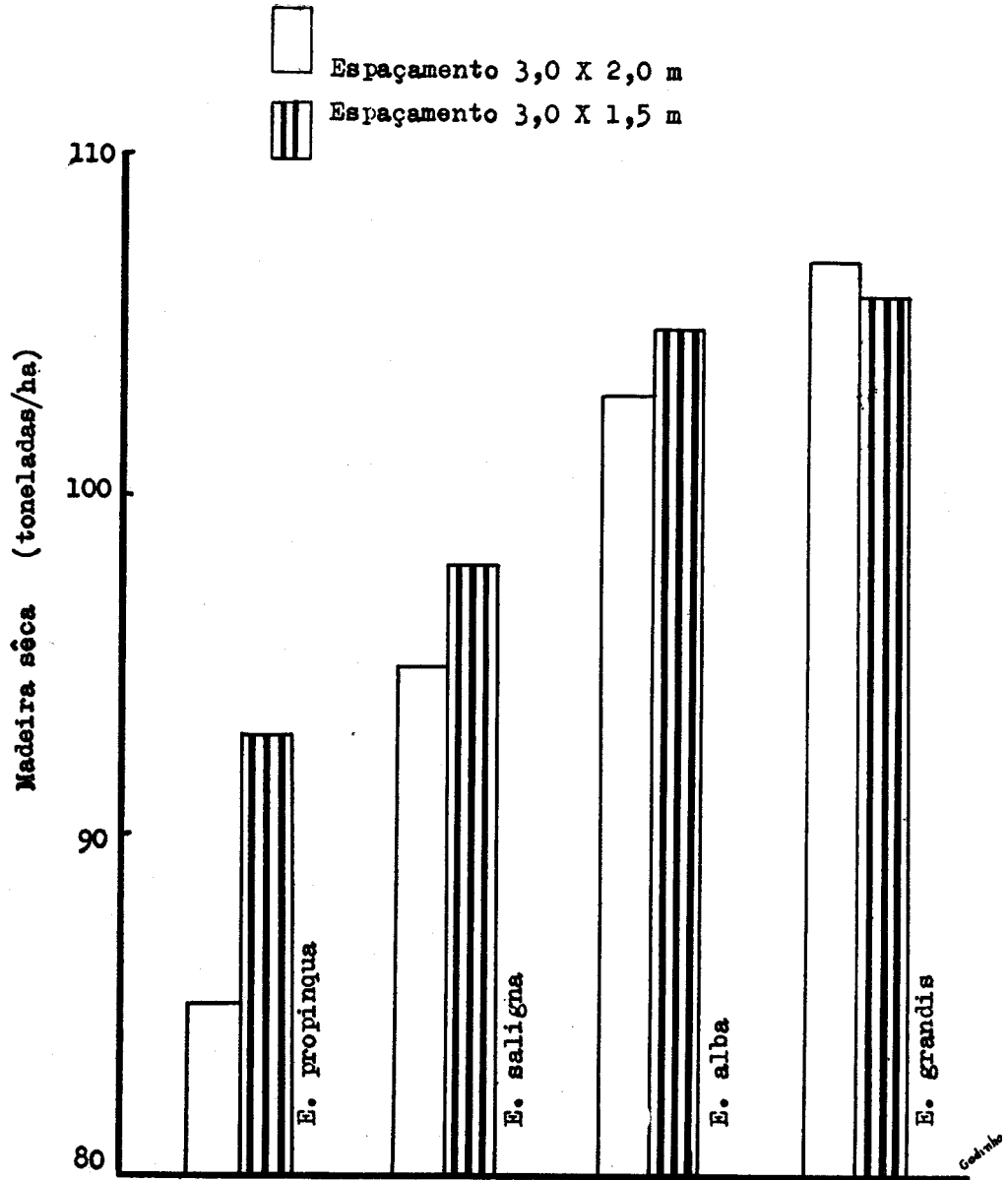


Figura 5



5. DISCUSSÃO

As análises estatísticas dos resultados apresentados no Quadro I, revelam que aos 2 anos de idade já era possível constatar os efeitos dos espaçamentos sobre o crescimento em diâmetro, das árvores. Ao mesmo tempo era possível verificar que as espécies em estudo se comportavam diferentemente entre si, isto é, o crescimento em diâmetro diferia segundo a espécie considerada.

A constatação de interação espaçamentos x espécies conduziu ao desdobramento dos graus de liberdade, permitindo concluir pela existência de diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade, resultantes de espaçamentos dentro de espécies, havendo diferenças significativas de diâmetros quando as mesmas espécies são plantadas a espaçamentos diferentes.

Assim, **E. alba** apresentava um diâmetro médio a 1,30 m de altura do solo (DAP) de 8,69 cm quando plantada no espaçamento de 3,00 x 2,00 m, e 7,95 cm, quando o espaçamento usado era de 3,00 x 1,50 m. Para **E. saligna** plantado no espaçamento de 3,00 x 2,00 m o DAP médio era de 8,27 cm e 7,37 cm quando o espaçamento usado era de 3,00 x 1,50 m, o mesmo acontecendo com **E. grandis** cujo DAP médio, no espaçamento de 3,00 x 2,00 m era de 8,64 cm, baixando para 7,71 cm quando plantado a 3,00 x 1,50 m. Para o **E. propinqua** os DAP médios encontrados foram de 7,0 cm para o espaçamento de 3,00 x 2,00 m e 6,72 cm quando o espaçamento usado era de 3,00 x 1,50 m.

Verifica-se que as espécies reagem diferentemente sob a ação dos espaçamentos sendo que **E. grandis** mostrou maior capacidade de utilização do espaço que lhe era concedido pelo maior espaçamento, seguido do **E. saligna**, do **E. alba** e, finalmente, do **E. propinqua**, que mostrou menores condições de utilização do espaço para crescer que lhe era facultado pelo maior espaçamento. Esse fato talvez se verifique pelas características morfológicas da espécie, dotada de ramos mais finos e menos desenvolvidos que as demais, que lhe conferem uma forma mais retilínea e menos espessa. Como esperado, a análise de variância dos dados relativos às alturas das árvores não revelou influência do espaçamento no desenvolvimento em altura das mesmas (Quadro II). Sendo o crescimento em altura uma variável dependente, dentro de amplos limites, das qualidades do solo, o fato pode ser considerado normal. Constatou-se a ação significativa da espécie sobre o crescimento médio, com maior destaque para o **E. grandis** com altura média de 11,41m, seguido de **E. saligna** com 11,05m de altura média, 10,98 m para **E. alba** e 10,19 m para **E. propinqua**. A média de alturas para o espaçamento de 3,00x2,00m era de 10,97m e para o espaçamento de 3,00 x 1,50 m de 10,82 m.

Aos 3 anos de idade, isto é, um ano mais tarde, ao serem analisados os dados relativos ao crescimento em diâmetro novamente se evidenciavam os efeitos decorrentes de espaçamento e de espécie, significativos ao nível de 1% de probabilidade, conforme mostra o Quadro IV.

A média dos diâmetros obtidos no espaçamento de 3,00 x 2,00 m foi de 10,72 cm, enquanto que no espaçamento de 3,00 x 1,50 m era de 9,64 cm, portanto superior em mais de um centímetro em relação à última. Em relação às espécies a maior média de diâmetro foi apresentada por **E. alba**, com 10,90 cm, seguida de perto por **E. grandis** com 10,53 cm, de **E. saligna** com 10,00 cm e de **E. propinqua** com 9,29 cm.

Analisando o comportamento das espécies em relação às alturas, através do Quadro V, constatou-se um efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade para espaçamento e

ao nível de 1% de probabilidade para espécies. Assim, a média das alturas para o espaçamento de 3,00 x 2,00 m foi de 14,71 m, baixando para 14,41 m no espaçamento de 3,00 x 1,50 m. As médias das alturas para as espécies revelam maior desenvolvimento de **E. grandis** que alcançou 15,20 m de altura média, seguido de **E. alba** com 14,95 m, de **E. saligna** com 14,37 m e de **E. propinqua** com 13,73 m.

A constatação de interação espaçamentos x espécies conduziu ao desdobramento dos graus de liberdade que permitiu concluir pela existência de diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para espaçamentos dentro de **E. grandis**. A média de altura para **E. grandis** plantado a 3,00 x 2,00 m foi de 15,48 m, caindo para 14,92 m quando o espaçamento usado foi o de 3,00 x 1,50 m.

Aos 4 anos de idade, as análises apresentadas nos quadros VII e VIII mostram que os resultados eram significativos para espaçamentos e espécies, tanto para diâmetro como para altura, ao nível de 1% de probabilidade.

As médias dos diâmetros (DAP) encontradas registravam 11,98, cm para **E. alba**, 11,86 cm para **E. grandis**, 10,93 cm para **E. saligna** e 10,70 cm para **E. propinqua**. As médias para espaçamentos foram 11,96 cm para o espaçamento de 3,00 x 2,00 m e 10,76 cm para o de 3,00 x 1,50 m.

As médias para alturas registravam 17,81 m para **E. grandis**, 17,56 m para **E. saligna**, 17,31 m para **E. alba** e 16,00 m para **E. propinqua**. A altura média obtida no espaçamento de 3,00 x 2,00 m foi de 17,50 m e 16,85 m no espaçamento de 3,00 x 1,50 m.

Esses resultados confirmam observações de campo que revelam ser **E. grandis** uma espécie altamente interessante para a formação de povoamentos econômicos em razão da uniformidade e rapidez de crescimento, que a caracteriza, aliadas às boas qualidades de sua madeira. O rápido ritmo de crescimento que apresenta sob condições favoráveis não prejudicar seu desenvolvimento normal.

Passando a examinar os dados relativos aos rendimentos de madeira com casca aos 5 anos de idade, cujos volumes aparecem no Quadro IX, verifica-se, através do Quadro X, que houve variações altamente significativas tanto entre espécies como entre espaçamentos. A média geral de produção obtida nessa idade foi de 313,71 estéreos/ha. A média mais alta de produção foi proporcionada pelo **E. grandis** com 356,57 estéreos/ha. Em seguida aparece **E. saligna** com 318,91 estéreos/ha, sendo seguida por **E. alba** com 302,71 estéreos/ha e por último o **E. propinqua** com apenas 276,69 estéreos/ha.

Pela aplicação do teste de Tukey, para comparar as médias entre si, constata-se, entretanto, que a única diferença significativa foi entre **E. grandis** e **E. propinqua**, ao nível de 1% de probabilidade.

Os demais contrastes não diferiram significativamente entre si.

A influência do espaçamento sobre a produção volumétrica foi marcante até a idade de 5 anos. Assim a produção no espaçamento de 3,00 x 1,50 m foi 327,33 estéreos/ha e no 3,00 x 2,00 m foi 300,12 estéreos/ha.

Por outro lado observando-se os volumes produzidos pelo **E. propinqua**, nos dois espaçamentos, verifica-se a tendência, já nessa idade, de maior produção quando plantado no espaçamento 3,00 m x 2,00 m. Essa tendência é também demonstrativa pelo **E. grandis** cuja diferença de produção entre os dois espaçamentos é menor que a encontrada para **E. alba** e **E. saligna**. Esse aspecto deverá se agravar nos cortes realizados a idades mais avançadas podendo a produção ser maior no espaçamento mais amplo pois, serão maiores o diâmetro médio e a altura média de acordo com os dados coletados aos 3 e 4 anos. A menor competição entre as árvores resulta em menor percentagem de dominadas e

consequentemente maior uniformidade do povoamento, com reflexos favoráveis ao volume utilizável final.

O Quadro XI apresenta o incremento volumétrico médio anual por espécie e por espaçamento.

Enunciando, porém, as produções em peso de madeira seca ilustradas pelo Quadro XII, cujos resultados da análise estatística aparecem no quadro XIII, constata-se uma completa alteração na situação anterior. Assim, embora persista a tendência de haver diferença entre espécies, apontada pelo teste F, mas não confirmada pelo teste de Tukey, deixou, por outro lado, de existir diferença entre os espaçamentos, o que concorda com MAEGLIN (1967).

A maior produção foi alcançada pelo **E. grandis** com 107,19 ton/ha, seguida pelo **E. alba** com 104,29 ton/ha. Em terceiro lugar aparece o **E. saligna** com 97,07 ton/ha e finalmente o **E. propinqua** com 89,15 ton/ha.

Para os espaçamentos, as produções foram 100,80 ton/ha para o 3,00 x 1,50 m e 98,02 ton/ha para o 3,00 x 2,00 m. A significância ao nível de 5% de probabilidade na interação espécie x espaçamento levou ao desdobramento dos graus de liberdade, permitindo evidenciar a influência do espaçamento sobre as possibilidades da espécie. Assim é que no espaçamento 3,00 x 2,00 m o **E. grandis** apresentou produção maior que o **E. propinqua**, o que não ocorreu no 3,00 x 1,50 m. Isso demonstra sua maior capacidade em utilizar os recursos do ambiente, com possibilidades de atingir maiores produções quando cultivado em espaçamentos mais abertos.

A inexistência de diferença significativa na produção de madeira seca entre os dois espaçamentos já era esperada mesmo a tão pequena idade pois, FERREIRA (1968) concluiu que, para o **Eucalyptus saligna** Sm. nas idades de 5 e 7 anos, houve acréscimos da densidade média da árvore em função do DAP, isto é, as árvores mais vigorosas apresentaram em média maior densidade que as menos vigorosas. Também, BENSON (1965), citado por FERREIRA (1968) afirma que nas angiospermas o crescimento rápido das árvores está associado à alta densidade.

Dessa forma, no plantio a 3,00 x 2,00 m, apesar de reduzir em 25% o número de árvores por unidade de área, a produção de madeira seca seria compensada pela maior densidade decorrente do maior diâmetro médio atingido pelas peças, o que significa, ao final, maior volume real ou seja volume sólido. Este, em última instância, é o que exprime a quantidade de fibras e estará diretamente relacionado com o rendimento industrial, seja para a produção de chapas, seja para celulose. Para a primeira finalidade, peças com diâmetros maiores proporcionarão melhor qualidade ao produto final como decorrência direta da maior proporção de fibras de madeira formada nos últimos anos e indiretamente, pela menor percentagem de casca produzida pela madeira mais grossa. Para a segunda finalidade, o espaçamento mais largo deverá propiciar maior rendimento de madeira utilizável, pois menor deverá ser o rejeito pela chamada lenha fina. Além disso, menor deverá ser a despesa no descascamento uma vez que o rendimento da operação será aumentado ao trabalhar peças mais grossas.

Esses aspectos se revestem de importância quando examinados pelas indústrias que consomem essa madeira que, sendo adquirida de fornecedores, tanto mais fina seja, proporcionalmente menor deverá ser o rendimento industrial. Por outro lado, quando a matéria-prima é de produção própria, os maiores rendimentos alcançados no espaçamento mais apertado são, na realidade, apenas aparentes.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

Um ensaio fatorial 4x4x2 envolvendo espécies, épocas de corte e espaçamentos, utilizando **E. grandis**, **E. saligna**, **E. alba** e **E. propinqua**, plantadas a 3,00 x 2,00 m e 3,00 x 1,50 m, para serem exploradas aos 5, 7, 9 e 11 anos, foi instalado no município de Itupeva, no Estado de São Paulo, visando estudar o rendimento de madeira no campo e as qualidades das chapas duras produzidas.

O experimento foi instalado em um solo podzolizado, moderadamente drenado, pouco profundo, com espessura em torno de 1,50 m, apresentando cascalhos ao longo do perfil. O clima é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, sem estiagem, com cerca de 1.300 mm de chuvas anuais. Os meses mais chuvosos são os que vão de outubro a março (verão) e os mais secos vão de abril a setembro.

Nas parcelas constituídas de 224 plantas (14x16) as alturas e diâmetros a 1,30 m do solo (DAP) foram medidos anualmente até o momento em que o povoamento completava 4 anos de idade. Ao completar 5 anos foi realizado o corte das parcelas cuja exploração estava prevista para essa idade.

Da discussão dos resultados podem ser tiradas as conclusões seguintes:

1 - Os espaçamentos tiveram ação positiva sobre o crescimento em diâmetro das árvores.

2 - Os espaçamentos não influenciaram o crescimento em altura das árvores, exceção do resultado encontrado para **E. grandis** aos 3 e aos 4 anos de idade, onde foi constatada influência dos espaçamentos nas alturas das árvores que atingiram maior porte sob o espaçamento de 3,00 x 2,00 m.

3 - O crescimento em altura e diâmetro e, conseqüentemente, em volume, foi influenciado de forma significativa, pelas espécies ensaiadas, destacando-se o **E. grandis**.

4 - Existindo uma correlação positiva entre diâmetro e altura, o espaçamento mais amplo, favorecendo o crescimento em diâmetro, concorre também para maior altura das árvores, do que resulta uma altura média mais elevada.

5 - O emprêgo do espaçamento 3,00 x 2,00 m possibilitou em 4 anos ganhar-se um ano no crescimento em diâmetro das árvores.

6 - O volume empilhado de madeira, com casca produzido aos 5 anos, foi maior no espaçamento 3,00 x 1,50 m.

7 - A produção expressa em peso de madeira seca não variou com o espaçamento.

8 - Para as condições do experimento o **E. grandis** demonstrou excelentes condições de aproveitamento do meio físico, que o indicam para a formação de povoamentos de alta produtividade a curto prazo.

7. SUMMARY

A 4x4x2 factorial experiment relating species, cutting time and spacing, and using **Eucalyptus grandis**, **E. saligna**, **E. alba** and **E. propinqua** planted at 3.00 x 2.00 and 3.00 x 1.50 meters to be cut at 5, 7, 9 and 11 years of age was established on a gravelly podzolized soil in the county of Itupeva, State of Sao Paulo, Brazil.

The climate in this region is Cfa in the Koppen system.

Total height and d.b.h. were measured yearly, in each plot till the plants were 4 year old. In the 5th year correspondent plots were cut and volume measured.

The following conclusions may be drawn from the statistical analyses of the results:

- 1) The spacing showed a pronounced positive effect on the diameter growth of the trees.
- 2) The spacing had no effect on height growth of the trees, except for the three and four year old **E. grandis** which showed better height growth under the 3.000 x 2.00 meters spacing.
- 3) The growth in diameter, height and volume was significantly influenced by the species tested.
- 4) The 3.00 x 2.00 m gained one year in diameter growth.
- 5) Roundwood volume with bark at the fifth year was larger in 3.00 x 1.50 meters spacing.
- 6) Dry wood production was not influenced by spacing.
- 7) Under the experimental conditions **E. grandis** showed excellent possibilities of a suitable utilization of sites which points it as a good species for establishing stands of great productivity (yields) under short rotations.

8. LITERATURA CITADA

- COOK, D. B. 1963. Spacing and layout for coniferous plantations in the northeast. Jour. of For. 61: 273-277.
- COZZO, D. 1955. Eucalyptus y Eucaliptotecnia. Libreria «El Tteneo» Editorial. B. Aires. 393p.
- CRAIB, I. J. 1947. The Silviculture of exotic conifers in South Africa. British Empire Forestry Conference.
- FERREIRA, M. 1968. Estudo da variação da densidade básica da madeira de **Eucalyptus alba** e **E. saligna**. Tese de Doutorado. ESALQ. Piracicaba.
- GUIMARAES, R. F. 1957. Ensaio de espaçamentos em *Eucalyptus saligna* para produção de lenha. An. Bras. Econ. Flor. 9:144-172.
- GUIMARAES, R. F e F. P. GOMES. 1957. Comportamento de espécies de *Eucalyptus* em solo arenito pobre. Bol. 10. Serv. Flori. Cia. Paulista de Estr. Ferro. S.P .
- MAEGLIN, R. R. 1967. Effect of tree spacing on weight yields for red pine and jack pine. Jour. of For. 65:647- 650.
- MELLO, H. A. 1968. Aspectos do emprêgo de fertilizantes minerais ao reflorestamento de solos de cerrado do Estado de São Paulo com *Eucalyptus saligna* Sm.. 1.0 Convenção Anual, Assoc. Téc. Brasil. Cel. e Papel. N° 1. São Paulo.
- PRYOR, L. D. 1967. *Eucalyptus* in plantations - Present and future. FAO World Symposium on man-made forest and their industrial importance. Canberra, Australia. Vol. 2:993-1008.

STEVENSON, D. D. 1966. Management of industrial pine plantations in Southern U.S. 6th World For. Congress. Madrid.

TOUMEY, J. W. and C. F. KORSTIAN. 1957. Seeding and planting in the practice of forestry. John Wiley & Sons, New York. 520p.

WARDLE, P. A. 1967. Practice and research in spacing, thinning and pruning. F. A. O. World Symposium on Man-Made Forests and their industrial importance. Canberra, Australia. Vol.1:295-320.

Madeira podre não conheceu preservativos Prema

Se tivesse conhecido, não teria sofrido o ataque de cupim, fungos, umidade e mau-tempo. Seja o toro ainda verde, seja dormente ou moirão, seja a mais delicada peça trabalhada, há sempre um produto Prema específico para cada caso: Xilo-Tox, Impregna-Tox, Xilosano, Xilosano Antigosano, Carbolineum Colonial, Wolmanit CB, Wolmanit URT, Impregnaçõx TT, Minolith, Minolith-Thanalith ou Premanit — fórmulas que Prema-Preservação de Madeiras S.A. aperfeiçoou em 30 anos de experiência.



PREMA-PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS S.A.

Rua Mathias Grou, 412 - Tels.: 81-7944 e 80-8555 - S.P.
Fábrica: Horto Florestal Navarro de Andrade - Rio Claro
Estado de São Paulo

