

**O POTENCIAL DA MICROPROPAGAÇÃO DE *Eucalyptus spp* NA  
IMPLANTAÇÃO DE FLORESTAS E NO  
MELHORAMENTO GENÉTICO**

**JOSÉ DEMETRIUS VIEIRA**

**ORIENTADOR: PROF. DR. MÁRIO FERREIRA**

**Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura  
“Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, para  
obtenção do título de Mestre em Ciências - Área de  
Concentração: Ciências Florestais**

**PIRACICABA**  
Estado de São Paulo - Brasil  
outubro de 1996

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP**

Vieira, José Demetrius

O potencial da micropropagação de *Eucalyptus spp* na implantação de florestas e no melhoramento genético / José Demetrius Vieira. - - Piracicaba, 1996.  
150 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996.  
Bibliografia.

1. Clone de eucalipto 2. Floresta 3. Melhoramento genético vegetal 4.  
Propagação "in vitro" I. Título

CDD 634.9734

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor"

**O POTENCIAL DA MICROPROPAGAÇÃO DE *Eucalyptus spp* NA  
IMPLANTAÇÃO DE FLORESTAS E NO  
MELHORAMENTO GENÉTICO**

**JOSÉ DEMETRIUS VIEIRA**

**Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura  
“Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, para  
obtenção do título de Mestre em Ciências - Área de  
Concentração: Ciências Florestais**

**PIRACICABA**  
Estado de São Paulo - Brasil  
outubro de 1996

**O POTENCIAL DA MICROPROPAGAÇÃO DE *Eucalyptus spp* NA  
IMPLANTAÇÃO DE FLORESTAS E NO  
MELHORAMENTO GENÉTICO**

**JOSÉ DEMETRIUS VIEIRA**

APROVADO EM: 19/12/1996

COMISSÃO JULGADORA

PROF. DR. MÁRIO FERREIRA

ESALQ/USP

PROF. DR. ANTÔNIO NATAL GONÇALVES

ESALQ/USP

PROF. DR. ROLAND VECONVSKY

ESALQ/USP



PROF. DR. MÁRIO FERREIRA

A Deus,

*Fonte de minha Sabedoria e Amor*

Aos meus queridos pais,

*Jorge e Cleonice - Guardiões da Aliança.*

Aos meus queridos irmãos,

*Maria Auxiliadora, João Batista, Maria Inêz, Francisco de Sales, Jorge Vieira Junior, Maria Aparecida, Margarida Maria, Luiz Gonzaga, Pedro Paulo e André Antonio.*

Aos meus queridos sobrinhos,

*Luiz de Assis, Renata, Alexandre, Cíntia, Ana Paula, César Augusto, Marcelo Augusto, Stela Inêz, Sarah Marie, Matthew Phillip, Bárbara, Marina, Juliana, Jorge Vieira Neto e Pedro Paulo e aos queridos sobrinhos netos: Stephanie Marie, Thiago, Maria Luiza, Lucas e Luiz Guilherme.*

Aos meus bons amigos

*Caio de Andrade, Mauro Nunes, Roberto Monteiro e Claudia Menezes*

Aos meus companheiros

*Doraci Milani, Emanuel Maciel do Prado, Irineu Batista Ribeiro, Isabel Cristina Máximo de Souza, Flávio Augusto, Marlon Ricardo, Miguel Magela, Robson Laprovitera e Vera Lúcia Villas Boas.*

**MEU OFERECIMENTO E DEDICAÇÃO**

## AGRADECIMENTOS

À Dr. Ronaldo Algodoal Guedes Pereira - *In memoriam*

À Champion Papel e Celulose Ltda., em especial ao seu presidente Dr. Odair Alonso Garcia, pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado.

Ao Engenheiro Florestal Manoel de Freitas pela confiança e apoio aliados aos valiosos conhecimentos florestais, contribuindo decisivamente para o êxito deste trabalho.

Ao Professor Dr. Mário Ferreira, meu orientador, pelo apoio e amizade, bem como pelas discussões e compreensão aliadas á confiança, contribuindo decisivamente para o êxito deste trabalho.

Aos Co-orientadores Prof. Dr. Antônio Natal Gonçalves e Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto pelo apoio e valiosas contribuições ao longo destes anos de trabalho.

Ao Engenheiro Florestal Adalberto Plínio Silva pela confiança amizade e compreensão somados aos ensinamentos recebidos.

Ao Engenheiro Florestal Antônio Sérgio Diniz pela atenção, compreensão e amizade aliadas aos conhecimentos adquiridos.

Ao Depto. de Melhoramento Genético Florestal da Chamflora Agrícola Ltda., nos anos de 1986 a 1992, pelo apoio constante e carinho: José Carlos de Oliveira, Antonia Moroni Marques, Fátima Correa, Luzia de Fátima Mazarini, Helena Aparecida Vicentim, Lucia Balbino de Moraes, Jair Aparecido Gabriel e Waldocir Donizete Barbosa Máximo.

À Srta. Vera Lúcia Villas Boas e Sra. Maria Alice Poggiane pela contribuição e valiosa ajuda na Revisão Bibliográfica.

Aos Estagiários de Engenharia Florestal do Depto. de Melhoramento Genético Florestal, nos anos de 1986 a 1992: Edgar Fernando de Luca, Ronaldo Luiz Silveira, Fernando Casimiro Silva, Fábio Rossano Dário, Agnaldo Vitti, Claudia Pancieira, Claudia Iananelli, Sandro

José Andrioli Bittencourt, Márcio Pereira da Rocha, Isabel Cristina Gava, Paulo Márcio Marioto, Miguel Tadeu Gonçalves Cadini, Nelson Roberto Loureiro Fontes e Andréa de Assis Souza, pelo carinho e apoio recebidos.

Aos amigos do Curso de Mestrado: Engenheira Florestal Márcia Balistiero Figliolia e Bióloga Diva Correia, pelo companheirismo e apoio nestes anos.

Aos Estagiários do Depto. de Ambiência Florestal, Maria Inêz, Helder Francês e Fabrício Moura.

Aos amigos do Depto. de Ambiência Florestal, Antônio, Lurdes, Pedro, Graça, Paulo Roberto, Miguel Magela, Valquíria, Gonçalo e Carlos pela amizade no dia-a-dia.

Aos amigos André de Freitas, Alexandre Bertoldo, Emanuel Maciel do Prado, Marineusa A. Costa, Carlos Alberto A. Ramos, Mauro Sulato e Ruy Assumpção, pela amizade e companheirismo na composição desta dissertação.

À Elvira Ferrari Milani, Silvia Regina Rovigatti do Prado, Maria José Riciate Ribeiro e Rita de Cássia Augusto, pela paciência, compreensão e carinho nesses anos.

A Zeferino, Barandina e Miria pela compreensão e carinho no dia-a-dia.

A todos aqueles que, direta e indiretamente, contribuíram para o bom êxito deste trabalho.

Ao povo brasileiro pela manutenção desta Universidade.

A Deus, que em nenhum momento deixou-me desprotegido, dando-me coragem e perseverança por intercessão de nossa mãe Maria Santíssima.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE QUADROS.....	xviii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xix
RESUMO.....	xx
SUMMARY.....	xxii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Histórico.....	5
2.2. Melhoramento florestal no Brasil.....	11
2.3. Variação fenotípica em populações florestais.....	12
2.4. Melhoramento sexuado.....	13
2.5. Melhoramento assexuado.....	15
2.5.1. Propagação vegetativa via estacas.....	15
2.5.2. Propagação vegetativa via micropropagação.....	23
2.6. Desenvolvimento de plantas via sexuada comparadas com via assexuada.....	30
2.7. Interação genótipo x ambiente.....	32
2.8. A estratégia de melhoramentos e os ganhos econômicos.....	40



3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.1.	Material.....	42
3.1.1.	Material genético empregado.....	42
3.1.2.	Característica fenotípica dos híbridos.....	44
3.1.3.	Relação dos materiais estudados.....	47
3.1.4.	Local de experimentação.....	48
3.1.5.	Características físicas, químicas e mineralógicas do solo.....	49
3.2.	Métodos.....	51
3.2.1.	Metodologia de seleção de árvores Híbridas superiores.....	51
3.2.2.	Multiplicação do material.....	57
3.2.2.1.	Fonte do material vegetativo.....	57
3.2.2.2.	Preparo e manutenção do material vegetativo.....	58
3.2.2.3.	Coleta do material vegetativo.....	58
3.2.2.4.	Desinfestação do material vegetativo.....	58
3.2.2.5.	Preparo do explante.....	59
3.2.2.6.	Meio de cultura.....	59
3.2.2.7.	Sistema de propagação “in vitro” de <i>Eucalyptus sp</i> .....	60
3.2.2.8.	Sistema de transferência e aclimação das brotações enraizadas “in vitro” para o viveiro.....	62
3.2.2.9.	Sistema de avaliação das mudas no processo operacional.....	63
3.2.3.	Práticas silviculturais adotadas.....	66
3.2.4.	Delineamento experimental.....	67
3.2.5.	Localização dos clones micropropagados.....	68

3.2.6.	Avaliação dos experimentos.....	68
3.2.7.	Análise estatística.....	69
3.2.8.	Análise da estabilidade fenotípica.....	75
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
4.1.	Resultados da análise de sobrevivência.....	77
4.2.	Análise individual.....	85
4.2.1.	Análise do crescimento individual em altura para os locais, espaçamentos e idade.....	85
4.2.2.	Análise do crescimento individual em D.A.P. para os locais, espaçamentos idades.....	95
4.2.3.	Análise individual do índice de volume para os locais, espaçamentos e idades.....	103
4.3.	Análise conjunta.....	112
4.3.1.	Análise conjunta do crescimento (D.A.P. e altura) e índice de volume para os locais e idades.....	112
4.3.2.	Análise conjunta para espaçamento.....	120
4.4.	Estabilidade fenotípica.....	125
4.5.	Seleção de clones para os locais testados.....	132
5.	CONCLUSÕES.....	135
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Ciclo completo de seleção recorrente.....	6
2. Evolução da seleção massal.....	8
3. Ciclo de seleção clonal.....	9
4. Esquema de produção massal de mudas via estaquia.....	11
5. Efeito genético dos diferentes métodos de propagação.....	22
6. Ciclo de propagação vegetativa de <i>Eucalyptus sp.</i> .....	24
7. Caracterização do genótipo quanto ao coeficiente da regressão linear e estabilidade baseados na produção média.....	38
8. Gastos em elaboração em função da confiabilidade.....	40
9. A região do custo ótimo.....	41
10. Esquema do pomar de sementes híbridas de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> .....	44
11. Amostras de folhas das árvores híbridas superiores de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> .....	45
12. Amostras de frutos das árvores híbridas superiores de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> .....	46
13. Cadastro de árvores superiores.....	53
14. Média das árvores selecionadas de Mogi Guaçu/SP, comparando com a média da população.....	56

15. Média das árvores selecionadas de São Simão/SP, comparando com a média da população.....56
16. Produção de mudas via micropropagação para testes e via estaquia para produção comercial.....62
17. Processo de multiplicação do material vegetativo para implantação em laboratório de micropropagação.....64
18. Processo de multiplicação vegetativo no laboratório e viveiro de produção de mudas.....65
19. Processo de preparação do solo e plantio da rede experimental.....66
20. Croqui da parcela experimental.....67
21. Porcentagem da sobrevivência entre os diferentes espaçamentos para o Horto Mogi Guaçu, talhão 79, Mogi Guaçu/SP.....78
22. Porcentagem da sobrevivência entre os diferentes espaçamentos para o Horto Nossa Senhora, talhão 44, Mogi Guaçu/SP.....79
23. Porcentagem da sobrevivência entre os diferentes espaçamentos para o Horto Santa Fé “A”, talhão 157, Brotas/SP.....80
24. Porcentagem da sobrevivência entre os diferentes espaçamentos para o Horto Gramado, talhão 131, São Simão/SP.....81
25. Porcentagem de falhas de clones micropropagados, estaquiados e sementes CPC, dentro dos espaçamentos testados (3,0 x 2,0 m e 3,0 x 3,0 m) Horto Mogi Guaçu, talhão 79, Mogi Guaçu/SP.....83
26. Porcentagem de falhas de clones micropropagados, estaquiados e sementes CPC, dentro dos espaçamentos testados (3,0 x 2,0 m; 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m) no Horto Nossa Senhora Aparecida, talhão 44, Mogi Guaçu/SP.....83

27. Porcentagem de falhas de clones micropropagados, estaquiados e sementes CPC, dentro dos espaçamentos testados (3,0 x 2,0 m; 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m) no Horto Santa Fé, talhão 157, Brotas/SP.....84
28. Porcentagem de falhas de clones micropropagados, estaquiados e sementes CPC, dentro dos espaçamentos testados (3,0 x 2,0 m; 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m) no Horto Gramado, talhão 157, São Simão/SP.....84
29. Média geral dos testes para a variável D.A.P. (cm) nos diferentes locais e idade.....122
30. Média geral dos testes para a variável altura (m) nos diferentes locais e idade.....123
31. Média geral dos testes para a variável índice de volume ( $m^3/ha$ ) nos diferentes locais e idade.....124
32. Comportamento do clone H10 em função do coeficiente de regressão “b” para o índice de volume.....129
33. Comportamento do clone H8 em função do coeficiente de regressão “b” para o índice de volume.....129
34. Comportamento do clone HM033 em função do coeficiente de regressão “b” para o índice de volume.....130
35. Comportamento das sementes CPC em função do coeficiente de regressão “b” para o índice de volume.....130
36. Comportamento geral dos clones (H8, H10 e HM 033) e sementes CPC para o índice de volume.....131

## LISTA DE TABELAS

	Página
1. Características da maturidade e juvenilidade.....	25
2. Interação genótipo x ambiente.....	33
3. Característica dos locais de experimentação.....	48
4. Híbridos de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> selecionados aos 30 meses de idade em Mogi Guaçu/SP.....	54
5. Híbridos de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> selecionados aos 24 meses de idade em São Simão/SP.....	55
6. Médias de sobrevivência dos clones micropropagados dos espaçamentos aos 4 anos.....	82
7. Porcentagem média de falhas de clones micropropagados aos 4 anos nas regiões de Mogi Guaçu/SP (latossolo vermelho amarelo) e Brotas/SP e São Simão/SP (areias quartzosas).....	85
8. Médias gerais dos melhores clones nos espaçamentos testados para a características altura (m) nos diferentes locais, ao 4 <sup>o</sup> ano de idade.....	86
9. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Mogi Guaçu (talhão 79) no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....	88
10. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Mogi Guaçu (talhão 79) no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....	89
11. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Mogi Guaçu (talhão 79) no espaçamento de 3,0 x 3,0 m.....	90

12. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (talhão 44) no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....90
13. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (talhão 44) no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....91
14. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (talhão 44) no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....91
15. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Santa Fé “A” (talhão 157) no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....92
16. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Santa Fé “A” (talhão 157) no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....92
17. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Santa Fé “A” (talhão 157) no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....93
18. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Gramado (talhão 131) no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....93
19. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Gramado (talhão 131) no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....94
20. Análise de variância individual para a característica altura (m) dos clones no Horto Gramado (talhão 131) no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....94
21. Médias gerais dos melhores clones nos espaçamentos testados para a característica D.A.P., nos diferentes locais, ao 4º ano de idade.....96

22. Análise de variância individual para a característica D.A.P., (cm) dos clones no Horto Mogi Guaçu (talhão 79) no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....97
23. Análise de variância individual para a característica D.A.P., (cm) dos clones no Horto Mogi Guaçu (talhão 79) no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....97
24. Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones no Horto Mogi Guaçu (talhão 79) no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....98
25. Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (talhão 44), no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....98
26. Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) nos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (talhão 44), no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....99
27. Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) nos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (talhão 44), no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....99
28. Análise da variância individual para característica D.A.P. (cm) nos clones no Horto Santa Fé “A” (talhão 157), no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....100
29. Análise da variância individual para característica D.A.P. (cm) nos clones no Horto Santa Fé “A” (talhão 157), no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....100
30. Análise da variância individual para característica D.A.P. (cm) nos clones no Horto Santa Fé “A” (talhão 157), no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....101



31. Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) nos clones no Horto Gramado (talhão 131), no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....101
32. Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) nos clones no Horto Gramado (talhão 131), no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....102
33. Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) nos clones no Horto Santa Fé “A” (talhão 157), no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....102
34. Médias gerais dos melhores clones nos espaçamentos testados para a característica índice de volume nos diferentes locais ao 4º ano de idade.....104
35. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Mogi Guaçu (talhão 79), no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....106
36. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Mogi Guaçu (talhão 79), no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....106
37. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Mogi Guaçu (talhão 79), no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....107
38. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Santa Fé “A” (talhão 157), no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....107
39. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Santa Fé “A” (talhão 157), no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....108

40. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Santa Fé “A” (talhão 157), no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....108
41. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (talhão 44), no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....109
42. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (talhão 44), no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....109
43. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (talhão 44), no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....110
44. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Gramado (talhão 131), no espaçamento 3,0 x 2,0 m.....110
45. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Gramado (talhão 131), no espaçamento 3,0 x 2,5 m.....111
46. Análise da variância individual para a característica volume ( $m^3/ha$ ) dos clones no Horto Gramado (talhão 131), no espaçamento 3,0 x 3,0 m.....111
47. Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu, talhão 79) para a característica D.A.P. nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano).....113
48. Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu, talhão 79) para a característica altura nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano).....114

49. Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu, talhão 79) para a característica índice de volume nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano).....115
50. Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Nossa Senhora Aparecida, talhão 44) para a característica D.A.P. nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano).....116
51. Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Nossa Senhora Aparecida, talhão 44) para a característica altura nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano).....116
52. Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Nossa Senhora Aparecida, talhão 44) para a característica índice de volume nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano).....117
53. Análise conjunta para espaçamento em Brotas (Horto Santa Fé, talhão 157) para a característica D.A.P. nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano).....117
54. Análise conjunta para espaçamento em Brotas (Horto Santa Fé, talhão 157) para a característica altura nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano).....118
55. Análise conjunta para espaçamento em Brotas (Horto Santa Fé, talhão 157) para a característica índice de volume nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano).....118
56. Análise conjunta para o espaçamento em São Simão (Horto Gramado talhão 131) para a característica D.A.P. nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano).....119

57. Análise conjunta para o espaçamento em São Simão (Horto Gramado talhão 131) para a característica altura. nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano).....	119
58. Análise conjunta para o espaçamento em São Simão (Horto Gramado talhão 131) para a característica índice de volume nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano).....	120
59. Média geral dos testes para variável D.A.P. (cm) nos diferentes locais e idades.....	122
60. Média geral dos testes para variável altura (m) nos diferentes locais e idades.....	123
61. Média geral dos testes para variável índice de volume (m <sup>3</sup> /ha) nos diferentes locais e idades.....	124
62. Média de índices de volume (m <sup>3</sup> /ha) no 4º ano de idade.....	127
63. Resultados da análise do coeficiente de regressão “b”.....	128
64. Clones selecionados para os locais e espaçamentos pelo índice de volume (m <sup>3</sup> /ha).....	134

## LISTA DE QUADROS

1. Número total de mudas micropropagadas estabelecidas no campo de *Eucalyptus sp* no Brasil obtidas pela técnica de micropropagação.....29
2. Características físicas, químicas e mineralógicas de Mogi Guaçu (talhão 79, do Horto Mogi Guaçu e talhão 44 do Horto Nossa Senhora Aparecida) (Lva3).....49
3. Características físicas, químicas e mineralógicas da região de Brotas (talhão 157, do Horto Santa Fé “A”) e São Simão (talhão 131 do Horto Gramado).....50
4. Composição do meio de cultura “JADS” .....60
5. Sistema de propagação “in vitro” de *Eucalyptus sp*.....61
6. Localização da plantação dos clones micropropagados nos Hortos.....68

## LISTA DE ABREVIATURAS

1. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
2. IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
3. A.C.S. - Área de Coleta de Sementes
4. A.P.S. - Área de Produção de Sementes
5. P.S. - Pomar de Sementes
6. P.S.C. - Pomar de Sementes Clonais
7. s.d. - Sem data
8. Op. Cit. - Bibliografia já citada
9. C.T.F.T. - Centro de Tecnologia Florestal Tropical
10. D.A.P. - Diâmetro a Altura do Peito
11.  $i$  - Intensidade de
12.  $\bar{x}$  - Média aritmética
13.  $s$  - Desvio padrão
14. R.F.L.P. - Polimorfismo de Comprimento de Fragmento de Restrição
15. GXA - Genótipo X Ambiente
16. CPC - Champion Papel e Celulose Ltda.

# O POTENCIAL DA MICROPROPAGAÇÃO DE *Eucalyptus spp* NA IMPLANTAÇÃO DE FLORESTAS E NA CONDUÇÃO DE PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL

Autor: José Demétrius Vieira  
Orientador: Prof. Dr. Mário Ferreira

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento de clones estabelecidos através da técnica de micropropagação de *Eucalyptus spp* e sua interação com espaçamentos e locais para seleção dos melhores clones nas regiões em estudo.

Os experimentos foram instalados com onze plantas provenientes de clones micropropagados nos municípios paulistas de Mogi Guaçu, Brotas e São Simão, em três espaçamentos (3,0 x 2,0 m; 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m), tendo como testemunha comum clones de utilização comercial e sementes provenientes de Área de Produção de Sementes da Champion Papel e Celulose Ltda. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições.

Os dados de D.A. P., altura e sobrevivência das parcelas foram coletados aos dois, três e quatro anos de idade e a partir destes foram estimados os índices de volume para análise da produção de madeira nos diferentes espaçamentos locais.

Os resultados de crescimento dos clones micropropagados para as características analisadas aos quatro anos de idade foram comparáveis aos obtidos pelos clones comerciais e por mudas por sementes utilizados nos plantios comerciais no Brasil

Os clones micropropagados apresentaram excelentes índices de sobrevivência, superiores às sementes CPC, e quando analisados sob o fator espaçamento demonstraram, pelas características analisadas (D.A.P., Altura e Índice de Volume), ser influenciados pela interação.

As estimativas de Índice de Volume foram estudadas para dois clones através das propostas elaboradas na metodologia Finlay e Wilkinson (1963), para análise de regressão linear. Os resultados possibilitaram a compreensão da interação. Os clones micropropagados H8 e H10 apresentaram baixa estabilidade fenotípica, estimando-se que poderão adaptar-se aos melhores ambientes. A utilização destes resultados deve ser mais estudada para melhor compreensão da participação individual do clone na interação.



# POTENCIAL OF *Eucalyptus* spp MICROPROPAGATION FOR FOREST IMPLANTATION AND FOR CONDUCTION OF TREE BREEDING PROGRAMS

Author: José Demétrius Vieira  
Adviser: Prof. Dr. Mário Ferreira

## SUMMARY

The aim of this research was to analyze the behavior of *Eucalyptus* spp clones established through micropropagation and their interaction with spacing and sites for the selection of the best clones in the regions being studied.

The experiments were carried out with eleven micropropagated clones (in Mogi Guacu, Brotas and São Simão) in three spacings (3,0 x 2,0 m; 3,0 x 2,5 m and 3,0 x 3,0 m). Clones of commercial use and seedlings coming from seeds in the Champion Papel e Celulose Ltda. were utilized as common witnesses. The experimental design utilized was randomized blocks with four repetitions.

The d.b.h.data, height and survival of plots were collected at the age of two, three and four years and based on these data the indexes of volume were estimated for the analysis of wood production in the different spacing and sites.

The results from the growth analysis of the micropropagated clones for the characteristics analyzed at the age of four were comparable to those obtained from commercial clones and seeds utilized in the commercial plantations in Brazil.

The micropropagated clones presented excellent survival indexes, superior to those CPC seeds, and when analyzed under the spacing criterion demonstrated being influenced by the sites with regards to the characteristics analyzed (d.b.h, height and the volume index).

The volume index estimates were studied for two clones through the proposals made in the Finlay and Wilkinson (1963) methodology for linear regression coefficient analysis. The results made the understanding between clones and the environment possible. The H8 and H10 micropropagated clones presented low phenotypica stability, indicating that they will adapt to the best environments.

The utilization of these results must be better studied to further the understanding of the individual participation of clones in the interaction.

## 1. INTRODUÇÃO

O programa de melhoramento genético florestal deve conceber estratégias e planos dentro de uma visão empresarial, isto é, engenheirar a teoria científica.

O engenheirar consiste em atividades como: estabelecer planos com metodologia, definindo processo de seleção via sexuada ou assexuada, colher sementes e adequá-las dentro do processo de produção em viveiros, propagar estacas, desenvolver metodologias para a produção de mudas micropropagadas, enxertar material vegetativo, plantar testes de progênie, analisar e interpretar seus resultados e apresentar os ganhos genéticos envolvidos.

Administrar eficientemente essas inúmeras atividades utilizadas como ferramenta, requer uma filosofia de manejo genético-administrativo. É um processo contínuo e interativo que visa manter várias linhas de pesquisa em melhoramento dentro de uma estratégia para gerar os ganhos em produção comercial de madeira.

O conceito de administração estratégica dentro dos programas de melhoramento genético florestal deve ser realizada através da finalidade a que

se propõe; ganhos em volume e qualidade da madeira, para a formulação da diretriz e implementação organizacional. Os benefícios gerados pelo estabelecimento de planos estratégicos é o ordenamento estrutural dos ganhos genéticos e redução do tempo na obtenção dos resultados.

Portanto, o engenheirar é unir a teoria e a prática, dentro das concepções estratégicas do melhoramento.

O trabalho desenvolvido atualmente na linha de maior produção de madeira por hectare pelos pesquisadores florestais, vem buscando soluções tecnológicas por pressão do mercado globalizado, fazendo com que posturas gerenciais nos programas científicos venham ajudar e fortalecer o processo acadêmico no novo processo de revolução industrial.

A micropropagação, no estado em que se encontra, assume importante papel na estratégia do programa de melhoramento genético florestal: 1- permite respostas aos administradores nas questões relacionadas ao papel positivo na missão do programa; 2- apoio irrestrito a nova filosofia pela função a ser desempenhada; 3- coaduna no estabelecimento de técnicas futuras (embriogênese somática); 4- ajuda nos estabelecimentos de objetivos com escopos mais específicos, como acelerar a entrada de materiais selecionados no campo para testes clonais (com clones rejuvenescidos); 5- desenvolve a estratégia dentro dos conceitos pré-estabelecidos (seleção clonal para cada avanço do grau de melhoramento de sementes); 6- atua em parceria na estrutura da organização desenvolvendo as atividades estratégicas na seleção de clones, no dimensionamento da rede experimental solo/espacamento dentro do modelo estatístico previamente programado, bem como na estrutura operacional do viveiro, atingindo a operacionalização requerida no planejamento global.

A pressuposição básica da administração estratégica com a técnica de micropropagação foi primeiramente dimensionar a situação apresentada pela técnica da estaquia, identificando seus problemas técnicos-genéticos-

operacionais e avaliar a nova administração em relação à produção de mudas via cultura de tecidos.

A estratégia de mobilização de clones pretendida, dentro de uma rede experimental, o estabelecimento da seleção regional mediante o genótipo x ambiente e os custos inerentes da nova tecnologia são premissas para atingir-se a multiplicação de mudas, via micropropagação à escalas comerciais, sendo nos últimos anos inovações da nova revolução tecnológica.

Com isso, o melhoramento genético florestal vem obtendo ao longo das últimas décadas várias informações, desde a elaboração de novos modelos de aplicação dos conceitos genéticos até o desenvolvimento tecnológico causado pela revolução nas empresas, dada pela globalização dos mercados, atingindo-se ao que se chama de Terceira Revolução Industrial.

As premissas desta nova revolução estão intimamente ligadas a uma nova base tecnológica, que vem afetando a hierarquia dos estados nacionais, apresentando profundas mudanças na geo-política. O processo da globalização alimenta-se em um forte processo de inovações tecnológicas, possibilitando novos métodos de gestão e produção.

As estratégias discutidas e em desenvolvimento no melhoramento florestal brasileiro, dentro das transformações atuais da economia mundial, devem buscar a inovação, detendo-se na verificação de métodos associativos à dinâmica operacional silvicultural com prazos reduzidos na obtenção de ganhos.

A obtenção de resultados a partir de trabalhos desenvolvidos a longo prazo é correr risco para a competitividade acirrada dada pela globalização. Acredita-se que a pesquisa a longo prazo deve ser continuamente

revisada devido a vida curta de bens de consumo, ora em transformação no mercado.

Desta forma, pretende-se com este trabalho testar uma linha estratégica, abrindo espaço considerável para discussões na redução do tempo de seleção de indivíduos e a colheita de produtividade futura, através da avaliação do potencial da micropropagação.

O progresso da técnica da cultura de tecidos através do primeiro passo dado, que é a micropropagação, muito ajudará a biotecnologia, pois esta será a grande revolução nas diferentes áreas da biologia. Suas pesquisas avançam nas áreas de base molecular, bioquímica e fisiologia, sendo suporte para o avanço da genética molecular (organogênese, embriogênese somática) a transformação genética (hibridação, transferência de gens).

Os objetivos do trabalho são:

- Avaliar o potencial da micropropagação na implantação de florestas e como ferramenta auxiliar dos programas de melhoramento.
- Avaliar as respostas dos clones em função dos espaçamentos e locais de estudo, com as respectivas interações associadas e estabilidade fenotípica.
- A seleção dos melhores clones de *Eucalyptus spp* para as condições dos testes.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. Histórico**

Os trabalhos desenvolvidos em Melhoramento Genético Florestal, no Brasil, procuram aplicar metodologias que antecipem os ganhos desejados. E sob a luz de uma administração da teoria, pode-se gerenciar programas.

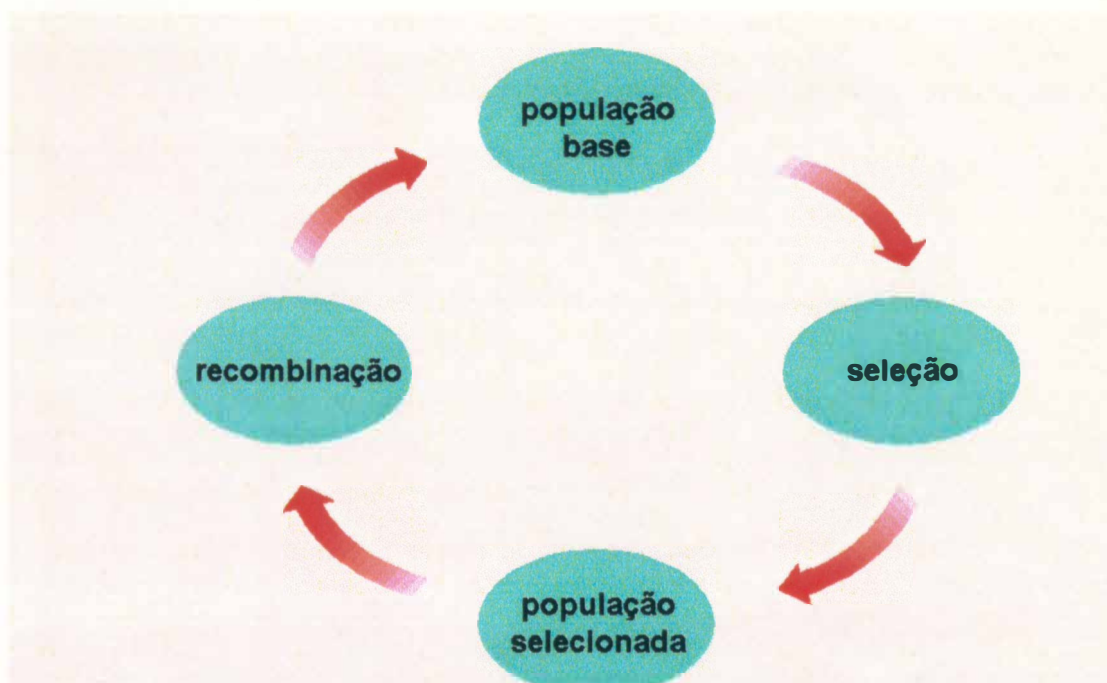
As metodologias aplicadas na atualidade apresentam-se: 1- seleção massal (Shelbourne, 1969); 2- seleção recorrente (Franklin, 1986); 3- teoria de multipopulações (Barnes, 1984); 4- núcleo de produção (Cotterill et alii, 1989) e 5- híbridos interespecíficos (Van Wyk et alii, 1989; Campinhos e Ikemori, 1989).

As estratégias de melhoramento têm por premissa a população melhorada por combinações, cruzamentos e seleção, obtendo-se altos padrões de adaptabilidade.

A obtenção dos ganhos genéticos provenientes de programas estratégicos requerem anos, devido à regeneração realizada pelo processo de

produção de mudas por sementes. Como reduzir o tempo para obtenção dos ganhos genéticos? Como estabelecer estratégias técnicas seguras?

A seleção recorrente demanda tempo nos programas sexuados, mostra-se como uma das limitações à obtenção de produtividades mais elevadas a curto prazo. Eldridge et alii (1993) demonstra que os benefícios de um programa estratégico demanda ciclo de teste, seleção e recombinação (figura 1); evidenciando-se que o tempo, na obtenção dos resultados, tem efeito limitador a curto prazo.



**Figura 1:** Ciclo completo de seleção recorrente (Eldridge et alii, 1993)

O planejamento deve ser adequado e as estratégias trabalhadas com objetivos específicos, sendo que os resultados serão conseguidos muitos anos após. Eldridge et alii (1993) comentam que qualquer intervenção nas estratégias em curso pode significar anos/décadas, e estas devem ser gerenciadas e revisadas dentro de 2 a 5 anos, constantemente.



Muitos pesquisadores como Kageyama (1980), Zobel e Talbert (1984), Write (1976), Eldridge (1971), Richmond (1971), Cameron et alii (1989), Franklin (1986), Van Wyk (1985), Dillner et alii (1971), Davidson (1978), Potts e Potts (1986), Delwaulle e Martin (1983), Martin (1989), Brandão et alii (1984) e Campinos e Ikemori (1989) entre outros, apresentam esquemas de melhoramento. Os planos apresentados são resultados de estudos conduzidos em atividades florestais e de estágios do conhecimento da biologia, sendo necessário adaptá-los a cada caso específico.

Os esquemas apresentados pelos pesquisadores de melhoramento genético, desenvolvidos até hoje, são justificados pela melhoria das plantações florestais, obtendo-se desta forma o retorno do investimento inicial. Ademais, como esses ganhos traduzem-se em taxas de crescimento, forma, qualidade da madeira, resistência a doenças, insetos e a geadas, e de como os ganhos previstos correspondem aos ganhos obtidos.

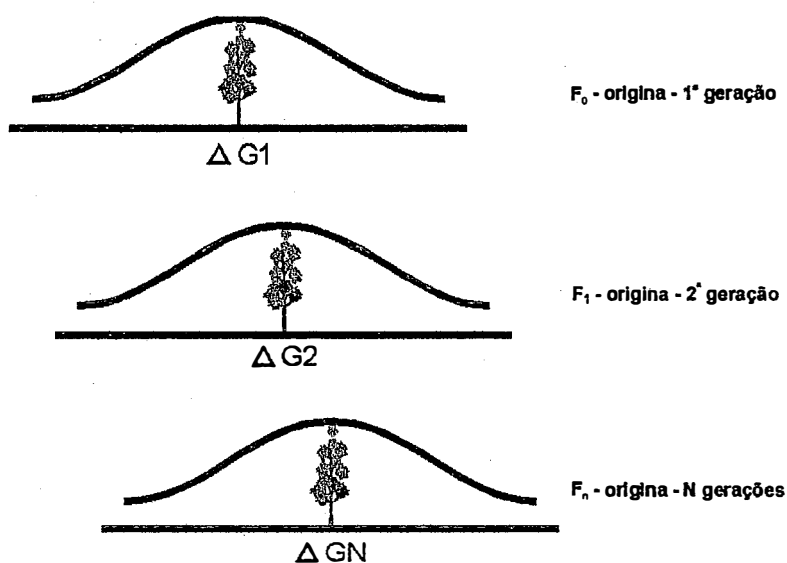
Os esquemas trabalhados fundamentaram-se na utilização, em primeiro lugar, de populações de melhoramento com base genética ampla, denominadas de áreas de produção de sementes regionalizadas, através de seleção divergente, criação de sub-populações com variabilidade genética potencial e a reprodução destas através de seleção recorrente.

A proposta procura, através de populações regionalizadas (multipopulações), a aplicação da seleção massal por gerações subseqüentes, buscando-se a adaptabilidade e conseqüentemente a produtividade.

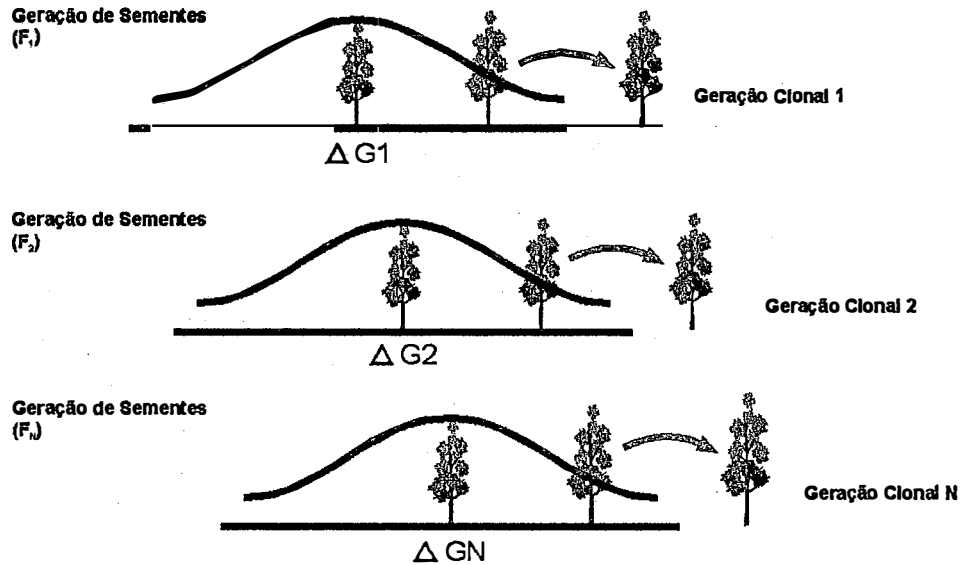
Os avanços genéticos resultantes destes métodos são obtidos cumulativamente, geração após geração, pelo aumento dos genes desejáveis (Figura 2), através de seleções sucessivas nas populações de *Eucalyptus*, obtidos pela formação de áreas de produção de sementes e pomares de sementes clonais de gerações avançadas em diferentes regiões bioclimáticas.

A seleção massal, instalada como estratégia com acumulação de gens desejáveis à cada geração ( $F_0$ ,  $F_1$  e  $F_N$ ), pressupõe a teoria de multipopulações regionalizadas, atenta para a maior adaptação da espécie.

A aceleração dos ganhos estipulados para uma população via sementes pode ser realizada através da propagação vegetativa. A proposta substancial demonstra que somente a propagação vegetativa pode levar às combinações favoráveis de forma mais rápida ao setor industrial, como a estabelecida (Figura 3) em cada fase da teoria de multipopulações associadas à seleção.



**Figura 2:** Evolução da seleção massal



**Figura 3:** Ciclo de seleção clonal

A propagação vegetativa de *Eucalyptus* é um método de formação de florestas onde pode-se obter ganhos substanciais na qualidade e homogeneidade dos povoamentos, cujos produtos apresentam padrões de qualidade que atendam às especificações industriais.

Desta forma, pode-se visualizar que o método de reprodução assexuada (estaquia) apresenta maior rapidez na promoção de ganhos genéticos, implementação de florestas homogêneas, transmissão de características desejáveis, desde que fatores preponderantes a esse desenvolvimento tenham sido desenvolvidos paralelamente: o sistema operacional.

Dentro deste sistema, pode-se citar o desenvolvimento da produção de mudas, diminuindo-se o efeito fisiológico dos clones (problema intimamente relacionado com o manejo de estacas) e casas de vegetação, instalação de testes clonais e, finalmente, a manipulação para fins comerciais, atendendo às respostas diferenciadas às regiões (interação genótipo x ambiente).

A técnica de propagação vegetativa causou grande avanço no meio florestal. Os anos subseqüentes à entrada deste novo conceito foram promissores na captação de materiais genéticos com grande valor silvicultural.

As empresas florestais adotaram e incorporaram esta técnica aos programas de melhoramento florestal. Basicamente tornou-se ferramenta importante, tendo como base um grande número de árvores superiores selecionadas. Segundo Onuki et alii (1990), as florestas Rio Doce selecionaram 7.600 árvores superiores; Vieira et alii (1992) apresentam uma seleção de 11.000 árvores na Champion Papel e Celulose Ltda. e Denison (1987) 4.000 árvores na Mondi Forests (figura 4).

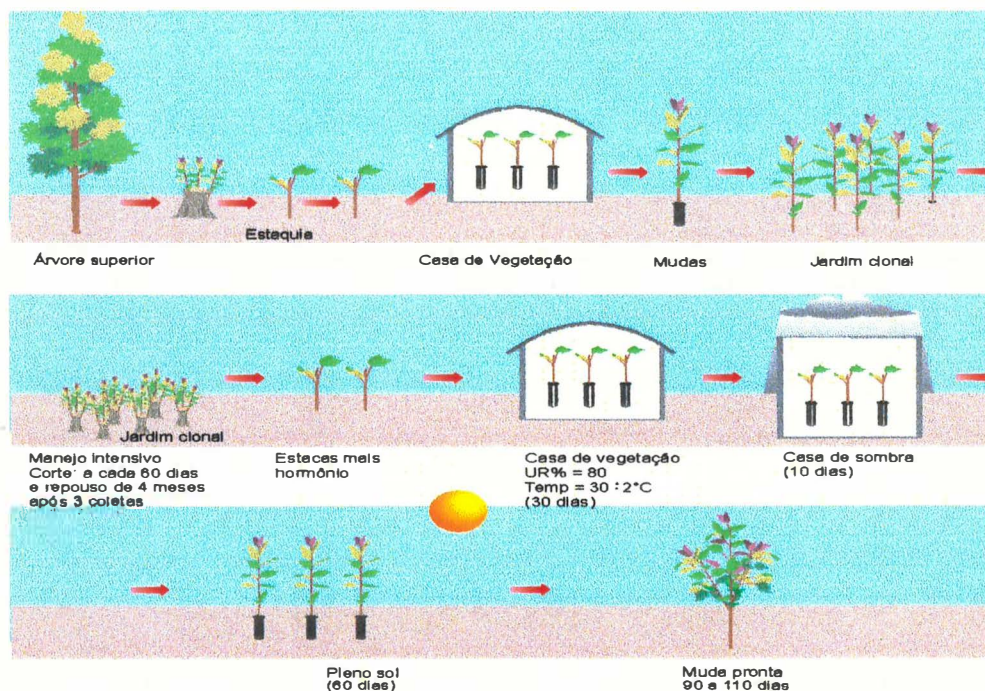
Nos programas de seleção apresentados, a instalação de testes clonais foi realizada segundo parâmetros de desenvolvimento, forma e resistência à doenças.

Porém, grande número de árvores selecionadas não apresentaram, pelo processo da estaquia, boa capacidade de brotação e enraizamento, sendo impossível testar estes materiais em campo para comprovação de superioridade.

A nova proposta é desenvolver a técnica de micropropagação, visando o melhor aproveitamento de árvores superiores.

O processo utilizado na micropropagação oferece a vantagem sobre a estaquia, por acelerar o tempo na produção de mudas a partir de uma árvore selecionada. Verifica-se a redução de alguns meses quando compara-se os dois métodos, sendo que a propagação via micropropagação a partir dos explantes, estabilizados constantemente no laboratório, produz mensalmente quantidades consideráveis para testes.

O enfoque dado é ainda temas de pesquisa e se prevê no futuro produções comerciais via micropropagação.



**Figura 4:** Esquema de produção massal de mudas via estaquia

## 2.2. Melhoramento Florestal no Brasil

O advento dos incentivos fiscais para o reflorestamento e florestamento na silvicultura brasileira proporcionaram um avanço considerável, tornando-se uma das mais importantes no mundo.

A partir da década de 70, os esforços concentraram-se na produção de sementes melhoradas, onde as empresas de reflorestamentos e institutos de pesquisas tiveram papéis preponderantes na certificação da qualidade para implantação dos maciços florestais.

A silvicultura brasileira é caracterizada por ciclos curtos e, para o caso das espécies de *Eucalyptus*, a filosofia dos programas de melhoramento genético em andamento é a maior produção de madeira dentro de um menor espaço físico e temporal.

A necessidade de estudos nas empresas, na década 70, foi salvaguardada pelas instituições de pesquisa e universidades. A adequação das espécies, o manejo e as condições ecológicas das plantações, juntamente com a escolha apropriada do material genético para as regiões, foram fatores preponderantes de apoio das instituições às empresas (Ferreira, 1982).

Os eventuais riscos, a que a silvicultura brasileira poderia ser submetida, foram minimizados pelos estudos da variação natural associada às procedências de sementes das espécies florestais, eleitas para os reflorestamentos no Brasil. Tornou-se, deste modo, verdadeiro desafio do programa de melhoramento produzir sementes de espécies e de procedências adaptadas às áreas marginais e, concomitantemente, resistentes a fatores climáticos e biológicos (Ferreira, 1980).

Segundo Ferreira (1982), o programa de melhoramento via sexual de sementes foi pressionado por instituições de pesquisa, empresas florestais, Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e o IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal) para selecionar as melhores espécies/procedências nas regiões de desenvolvimento florestal, visando a implantação de populações básicas para as espécies comerciais potencialmente aptas. Deste modo, os trabalhos desenvolvidos previam a produção de sementes adaptadas dos projetos de reflorestamento.

### **2.3. Variação Fenotípica em Populações Florestais**

As populações de *Eucalyptus spp* possuem variabilidade genética e fenotípica entre e dentro de espécies. A importância deste fato é relevante na pesquisa comportamental das espécies, devido à muitas vezes os resultados correlacionarem-se com a origem do material.

López (1992), trabalhando com clones de *Eucalyptus*, verifica que as inferências foram prejudicadas por não possuir a origem dos clones,

evitando o estudo de correlações morfológicas e as características do local (altitude, latitude, etc.).

Os estudos da variação fenotípica nas populações de essências florestais devem preceder os estudos da variação genética. Este método poderá permitir o conhecimento de como a variação fenotípica apresenta-se: contínua, descontínua ou aleatória (López, 1992).

Martin e Cossalter (1976) destacam a necessidade de se fazer mais estudos para definir padrões de variação fenotípica.

#### **2.4. Melhoramento Sexuado**

A correta seleção de procedências e implantação de A.C.S., A.P.S. e P.S. promoveu ganhos de produtividade. Em uma seleção avançada, envolvendo testes de progênie e Pomares Clonais, os ganhos serão maiores, dependendo das espécies e características gerais da região.

Darrow (1984) define que a árvore ideal para silvicultura deve ser considerada a variabilidade, pois poderá inviabilizar-se na procura da árvore ideal.

No melhoramento florestal, considera-se que a identificação da variabilidade é premissa para sua melhor utilização no aumento de produtividade (Buena Filho, 1992). É dividido esquematicamente por Kageyama (1980) em programas de introdução de espécies, testes de procedência e seleção entre e dentro de populações-base. Os esquemas utilizados para geração de progênies em espécies florestais são para obtenção do valor genotípico dos progenitores.

Wright (1976), Shelbourne e Cockrem (1969) e Keiding (1974) enfatizam a necessidade de se estabelecer prioridades nas análises, porém com adequação dos métodos. Segundo Kageyama (1980), os resultados dos testes de progênies em pomares de primeira geração evidenciam altos ganhos para as características econômicas (altura das árvores, diâmetro, volume, retidão do fuste e densidade da madeira), da mesma forma Chaperon (1980), para *Pinus sylvestris*, apresenta estimativas de parâmetros genéticos, concluindo que para altura das árvores existe predominância de efetivos aditivos.

Ferreira op. cit. enfatiza que as informações contidas nos testes de progênie são importantes e estão comprometidas com a produção. Ademais, a diminuição dos genótipos inferiores pela seleção no pomar atribuiu a ele maior valor genético, portanto, favorecendo melhores cruzamentos.

O conhecimento das famílias e indivíduos selecionados e sua posterior clonagem para formação de Pomares de Sementes são muito importantes para que se mantenha os efeitos da endogamia a níveis mínimos (Zobel et alii, 1973).

Pedrick e Eldridge (1983), Chaperon (1980) e Eldridge et alii (1993) apresentam adoção de estratégias de melhoramento, para reprodução sexuada e assexuada.

Eldridge et alii (1993) ressalta a importância da conservação dos recursos genéticos “in situ” e “ex situ” para que se possa explorar extensivamente as populações de *Eucalyptus* para futuros ganhos. Os métodos evidenciados foram: A.P.S., P.S., híbridos interespecíficos, método de propagação vegetativa e micropropagação.

Portanto, os métodos convencionais de melhoramento genético de árvores florestais são baseados na reprodução sexuada, através de cruzamento entre indivíduos selecionados, onde a semente é o elemento de propagação e formação de novas árvores. Os avanços genéticos resultantes da utilização



destes métodos são obtidos cumulativamente, geração após geração, pelo aumento de gens desejáveis através de seleções sucessivas (Assis et alii, s.d.). Os ciclos relativamente longos, exigidos para avaliação, seleção e cruzamento, tornam os programas muito pouco ágeis no sentido de promover o melhoramento de características requeridas. E nos cruzamentos interespecíficos, onde espera-se a manifestação da heterose ou a combinação de características comerciais nos indivíduos híbridos, pode ocorrer barreiras de incompatibilidade entre espécies, no caso de *Eucalyptus spp*, principalmente àquelas pertencentes a subgêneros distintos.

Contudo, muitos anos são normalmente requeridos para que se consiga atingir altos níveis de melhoramento em populações florestais; com a utilização de métodos que acelerem os ganhos de melhoramento, associados aos métodos assexuados, poder-se-ia antecipar os ganhos previstos no melhoramento tradicional (Little et alii, 1992).

## **2.5. Melhoramento Assexuado**

### **2.5.1. Propagação Vegetativa Via Estacas**

O uso da propagação vegetativa em floresta vem obtendo no Brasil constante processo de evolução e aperfeiçoamento. O seu início em 1973 foi baseado na adaptação para as condições climáticas brasileiras, das técnicas e experiências em outros países como Austrália, Congo, França e África do Sul.

Bouvier, em 1950, citado por Eldridge et alii (1993), trabalhando em Marrocos, descobriu a possibilidade de se propagar vegetativamente o *Eucalyptus spp*.

A partir de 1950, vários pesquisadores como: Franclet (1956, 1963); Giordano (1956); Pryor e Willing (1963); Bachelard e Stowe (1963) trabalharam para o sucesso do enraizamento por estacas.

No Brasil, a aceleração dos estudos assexuados foi determinada inicialmente para solucionar o problema da resistência das espécies de *Eucalyptus spp*, às geadas nas regiões Sul e Sudeste a partir de 1975 (Ferreira, 1996), como também resolver o problema de resistência do *Eucalyptus spp* ao cancro (*Cryphonectria cubensis*).

Ferreira (1996) cita que os trabalhos de etiologia do cancro, efetuados por Tomazello Filho (1976), evidenciaram que havia resistência natural de algumas árvores de *Eucalyptus urophylla*, mesmo após o fungo ser inoculado artificialmente. Concluiu-se nesse estudo que havia um padrão fenotípico, considerado híbrido. Desta forma, o foco dos estudos dirigiram-se a estas populações híbridas sendo, segundo Ferreira op. cit., a base para o estabelecimento da futura silvicultura clonal.

A técnica de propagação vegetativa massal em viveiros foi realizada por Pryor, Willing e Burgess, e a partir de 1973 esta técnica foi transferida aos pesquisadores do Centro de Tecnologia Tropical (CTFT) Francês, através de Martin e Quillet (1974) no Congo, onde a partir de 1976 estabeleceram as bases para enraizamento de estacas retiradas de brotações das cepas de árvores adultas de *Eucalyptus*.

Esta nova tecnologia de produção de mudas foi introduzida no Brasil na Aracruz Florestal (Zobel, 1981) e Denison (1987) foram responsáveis pela produção de mudas estaquiadas de *Eucalyptus grandis* na África do Sul.

Ferreira op. cit. destaca que, já em 1976, o Prof. Antônio Natal Gonçalves, associado aos Profs. Otto Jesu Crócomo (ESALQ/USP-Piracicaba) e William Rodney Sharp (Ohio State University/USA) estabelecem as bases

para a micropropagação do *Eucalyptus* junto ao IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais).

Desta forma, a partir de 1976, no Brasil, as empresas florestais adotaram esta nova base filosófica para a implantação da silvicultura clonal.

As vantagens apresentadas pela propagação vegetativa, segundo Eldridge et alli (1993), nos mostram que a adoção de tal estratégia se alicerça nos seguintes pontos:

1) Uniformidade - É obtida através de materiais genéticos provenientes de uma árvore e, produzidos por enraizamento de estacas, apresentam mesmo diâmetro, altura e forma numa mesma idade (maior uniformidade de plantio).

2) Adaptação - A propagação vegetativa oferece oportunidade para seleção de híbridos dentro de um “site” determinado. A hibridação ocorre e a utilização desses materiais especificamente adaptados acontece de maneira mais rápida. Exemplos podem ser citados: Aracruz no Brasil, Pointe Noire no Congo e mais recentemente no Transvaal na África do Sul.

3) Custo - O programa estratégico de melhoramento florestal pode utilizar a propagação vegetativa como meio para reduzir o número de anos para a expressão dos ganhos genéticos provenientes da variância genética aditiva e não aditiva. A produção de estacas em viveiros comerciais irá diminuir à medida que o sucesso do enraizamento e métodos operacionais forem melhorando. A utilização de materiais com genótipos expressivos (híbridos espontâneos, seleção natural ou aqueles híbridos obtidos por polinização controlada) justifica a adoção do método devido aos custos serem elevados quando produzidos por métodos sexuais.

4) Produção de Madeira - As vantagens da utilização da propagação vegetativa no Brasil e Congo são estabelecidas pela produtividade

dos plantios provenientes de estacas aumentarem suas produções em relação às sementes. O futuro da floresta produtiva é discutido por Kromhout (1985) onde faz consideração sobre a utilização de um número reduzido de clones, conseqüentemente uma baixa variabilidade para obtenção de homogeneidade na industrialização da madeira. Ademais, Kirb e Gleed (1992) apresentam as florestas clonais como produtoras de madeira com características de fibras uniformes e melhores qualidades para o uso final.

Chaperon (1984) afirma que há necessidade de se levar em consideração as vantagens da propagação vegetativa, por ser uma técnica eficaz no melhoramento. Enfatiza que somente a propagação vegetativa pode levar combinações favoráveis, existentes nas populações, aos reflorestamentos. Porém, ao administrar a estratégia da clonagem, intimamente ligada ao programa de melhoramento, é necessário o conhecimento genético adequado da estrutura das populações e de toda a genealogia dos materiais clonados para o perfeito controle dos mesmos. Conseqüentemente, os materiais que originarão a população de produção devem ser tratados de forma diferenciada das populações de melhoramento dos programas por via sexual. Ressalta ainda que:

- 1) A propagação vegetativa é uma ferramenta útil aos melhoristas.
- 2) A incorporação da técnica aos programas exige mudanças nas estratégias destes.
- 3) Obtenção de melhores conhecimentos sobre genética das populações e controle genealógico.
- 4) É necessária a manipulação de um número elevado de populações e ou subpopulações para uma taxa mínima de segurança.

- 5) A fisiologia das plantas propagadas vegetativamente é diferente das mudas e precisa ser entendida.

A concepção da propagação vegetativa para utilização em florestas comerciais consiste, segundo Nikles (1992), no manejo da base genética, melhoramento e propagação das melhores procedências, além de capturar e resgatar os ganhos obtidos para uma população comercial. Isto, porém, envolve várias estratégias e deve produzir o máximo de benefícios nos reflorestamentos.

Considera influentes as possibilidades, apresentadas abaixo, na estratégia de melhoramento:

- Explorar no máximo o efeito aditivo e não aditivo;
- Resgatar famílias superiores, uniformes e com alta variabilidade, incluindo segregantes, para desenvolver a floresta clonal;
- Testar métodos eficientes para identificar famílias superiores;
- Selecionar métodos mais eficientes para seleção fenotípica e clonal.

A propagação clonal apresenta vantagens, segundo Zobel (1981), Libby (1983), Bonga e Durzan (1985) e Burdon (1982), na exploração da variância genética total, obtenção rápida do ganho, florestas mais homogêneas em relação aos plantios provenientes de sementes e multiplicação de híbridos e poliplóides com baixa fertilidade sexual.

Chaperon (1980) acrescenta que a adoção desta estratégia:

- utiliza a habilidade combinatória geral, permitindo aumentar a intensidade de seleção dos progenitores utilizando mais eficientemente a variabilidade genética das descendências;
- conduz programas através de multiclones, selecionados a partir das populações de melhoramento;
- permite a seleção de clones adaptados à cada exigência.

Denison (1987) considera que existem alguns fatores relevantes a serem considerados quando da entrada em um programa clonal sem precedentes. Admite que a floresta clonal reduz a base genética da população pela seleção de algumas centenas de genótipos superiores, apresentando vulnerabilidade à sazonalidade, às pragas e doenças. A estrutura genética da população é a principal propriedade com influência no seu rendimento, estabilidade e resistência. Teoricamente, uma população mais heterogênea é mais estável em maior amplitude de ambientes. Esta heterogeneidade, pode originar uma ocupação do ambiente mais eficiente e com maior estabilidade. Extensos plantios de uma espécie e de genótipos similares poderão dar origem à uma monocultura extremamente perigosa. Mesmo a ciclos curtos, as árvores poderão estar sujeitas às variações ambientais. Este fato evidencia a

importância da seleção de clones, com maior estabilidade, e a definição adequada da composição clonal das plantações (Vieira, 1991).

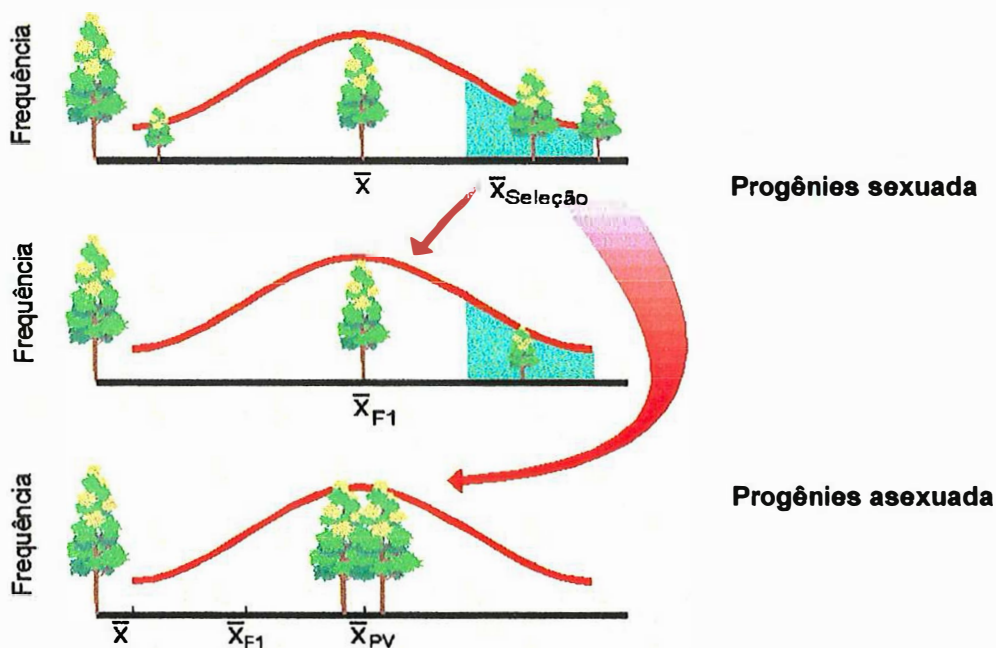
O desenvolvimento de programas de reprodução assexuada tem apresentado resultados positivos: maior rapidez na promoção dos ganhos genéticos e implantação de florestas homogêneas. A propagação vegetativa é, portanto, um meio de se utilizar todo o potencial genético, incluindo a variância não aditiva nos plantios florestais (Ferreira, 1980).

A variação genética pode ser dividida em variância genética aditiva e não aditiva. Quando o método de melhoramento for via sexual os ganhos genéticos irão depender principalmente da variância aditiva; a utilização da variância genética não aditiva, na obtenção de ganhos, irá requerer métodos específicos.

Para as características das árvores que apresentam alta herdabilidade, os ganhos genéticos, via sexual, podem ser significativos e as características com baixa herdabilidade, onde poderá predominar a variância genética não aditiva. Somente parte do ganho possível de ser obtido poderá ser utilizado na reprodução sexual (Chaperon, 1984; Struve, Talbert e Mckeand, 1984).

Haines (1992) demonstra que há eficiência na identificação de indivíduos superiores quando se analisa as famílias e através de seleções dentro das famílias, com posterior teste clonal.

O potencial da captura de genótipos superiores, para incremento da produção comercial, pode ser visualizado no esquema apresentado por Van Wyk (1985), adaptado de Heybroek (1984).



**Figura 5:** Efeito genético dos diferentes métodos de propagação.

No primeiro gráfico tem-se a curva de distribuição normal e dois genótipos superiores são selecionados. Propagados sexualmente, apresentam moderado ganho genético; propagados assexualmente apresentam o máximo ganho

A implantação de florestas através da propagação vegetativa vem sendo realidade nas empresas privadas como um dos importantes meios para aumentar a produtividade florestal, melhorando a qualidade do produto, baixando custos de produção, e aumentando a capacidade de produção industrial sem investimentos adicionais (Campinhos e Ikemori, 1989).

Resultados de produtividade, observados no Congo pelo C.T.F.T. Francês, foram de uma elevação de  $12,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para  $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em uma rotação (Valle, 1978). Taxas de crescimento de plantios monoclonais com híbridos em Ponte Noire, Congo, em 1983 é da ordem de  $30 - 35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  com idade de 6 a 7 anos (Delwaulle e Martin, 1983), e no Brasil, segundo Vieira et alii (1992), populações de clones vem apresentando produtividade em média de  $45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  nas localidades de Mogi Guaçu e Brotas no interior



do Estado de São Paulo. Ademais, Chaperon (1984), Bouvet e Delwaulle (1983), Brandão et alli (1984) e Zobel et alli (1983) apresentam produções superiores de clones propagados vegetativamente quando comparados com as sementes.

### **2.5.2. Propagação Vegetativa Via Micropropagação**

Nas últimas décadas, o principal obstáculo encontrado na condução de programas de melhoramento sexuado de *Eucalyptus* é o alto grau de heterozigosidade, demonstrando que as descendências de árvores selecionadas apresentam segregação para as características de interesse, comprometendo os ganhos mediante seleções recorrentes. Nas últimas décadas, as técnicas de biotecnologia vêm sendo exploradas através da propagação vegetativa, micropropagação e embriogênese somática para reprodução massal de indivíduos superiores.

As vantagens da propagação vegetativa são excelentes e os seus resultados na silvicultura brasileira deparou com limitações associadas ao processo de multiplicação de estacas relacionados aos efeitos: fisiológicos (maturação, ciclófisis e topófisis), ambientais (interação genótipo X ambiente) e operacionais (qualidade no viveiro e campo).

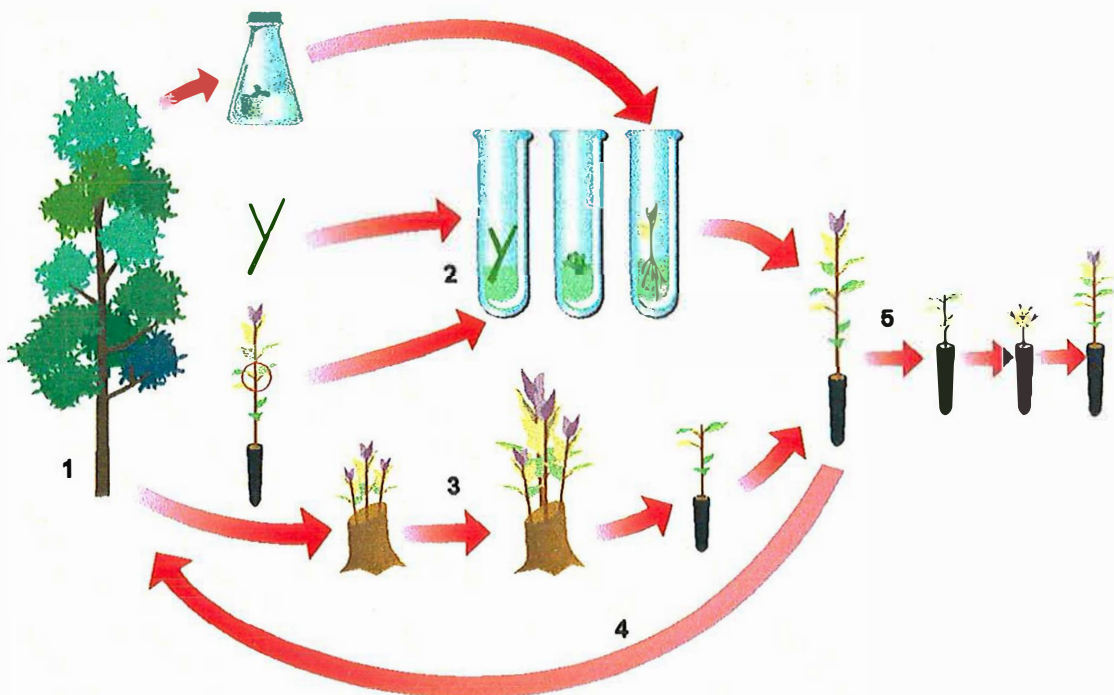
Pesquisadores como Sweet e Wells, (1974); Zobel e Talbert, (1984); Bertoloti (1986); Kikuti (1988); Monteuis (1988); Rounlund (1974), entre outros, apresentam estudos comparativos de métodos de propagação e indicam possibilidades de menor crescimento por plantas produzidas por estacas, devido à problemas fisiológicos.

O conjunto de problemas fisiológicos associados à clonagem tem sido chamado de efeito "C" e foram apresentados por Libby e Jund (1962); Shelbourne (1974) e Sam Foster et alii (1984). Estes autores afirmam que o efeito "C" é responsável pelas variações existentes dentro de um mesmo clone.

As estimativas genótípicas não representam, desta forma, o real potencial do clone nos testes e, conseqüentemente, há erros nas estimativas dos valores genótípicos dos clones, aumentando ou diminuindo este potencial.

Para reduzir os problemas originários do efeito “C”, deve-se estudar os processos de rejuvenescimento. A capacidade de propagar vegetativamente uma árvore adulta está associada com sua reversão à juvenilidade. Muitas espécies apresentam facilidades na propagação, mas não se tem definido precisamente a transição do estágio maduro à juvenilidade.

As árvores possuem muitas partes maduras, mas existem algumas porções que contém características de juvenilidade (figura 6).



**Figura 6:** Ciclo de propagação vegetativa do *Eucalyptus spp.* O processo de reversão à juvenilidade pode ser possível adotando-se: propagação “in vitro” de meristemas, embriões ou mudas jovens (2), processo de estaqueamento seriado em jardim clonal (3), reintrodução em jardim clonal (4) e processo de microestaquia (5)

O importante no processo do rejuvenescimento é saber localizar as zonas maduras e as de juvenilidade típica (Bonga e Durzan, 1985). Pode-se demonstrar, segundo Wareing (1971), algumas características da maturidade e juvenilidade (tabela 1).

**Tabela 1: Características da maturidade e juvenilidade**

	Jovem	Madura
<b>Estacas</b>	enraizamento	difícil enraizamento
<b>Células (Cultivo "in vitro")</b>	processa a organogênese	não processa a organogênese

Fonte: Wareing (1971)

A propagação de materiais advindos de árvores adultas, segundo as características apresentadas por Wareing (1971), devem ser focalizadas dentro de um processo inicial para se trabalhar na direção e estabelecimento de um protocolo para um mecanismo de rejuvenescimento. Conseqüentemente, este processo de rejuvenescimento dará estabilidade aos materiais para testes em campo.

Vários autores têm discutido o número ideal de clones a incluir em um plantio experimental. Porém, muitos dos clones selecionados para testes não são levados ao campo devido a problemas de enraizamento (Eldridge et alii, 1993).

Olesen (1978) afirma que estacas são enraizadas mais facilmente quando são originadas de gemas de mudas jovens e se torna difícil efetivar o

enraizamento quando provenientes de outras partes das plantas devido à ciclófosia, ou estado de maturação do meristema apical.

Francllet (1956), Bachelard e Stowe (1963) admitem que muitas espécies de *Eucalyptus spp* podem ser propagadas por estacas quando retiradas de mudas juvenis. A capacidade de enraizamento está associada, segundo Pryor e Willing (1963), ao décimo quinto nó formado a partir do cotilédone.

Paton et alii (1981) apresentam que partes adultas do *Eucalyptus* possuem inibidores de enraizamento. Eldridge et alii (1993) consideram que a reversão do estado de maturação para o rejuvenescimento verdadeiro é aquele que promove a habilidade do enraizamento.

O estado de transição do juvenil ao adulto é denominado de maturação e é o processo de indução de modificações das características morfológicas e fisiológicas direcionadas ao estado adulto (Pierik, 1990).

A maturação é o maior problema para a aplicação da propagação vegetativa de espécies lenhosas. Clones de árvores adultas são afetados pelo processo de maturação; este apresenta como consequência: a redução à taxa de crescimento, na habilidade de enraizamento e plagiotropismo. Em muitos casos o rejuvenescimento “in vitro” de árvores adultas é viável para *Eucalyptus* (Gonçalves 1982) e para *Pinus radiata* e *Tectona grandis* através de tratamentos adequados. Häggman (1991) considera que o rejuvenescimento é difícil, mas não impossível. Acredita-se que no futuro a embriogênese somática poderá auxiliar o método de obtenção de rejuvenescimento.

A superação destes problemas começa a ser explorada pela micropropagação. Este processo é baseado na obtenção de plantas a partir da cultura de órgãos ou parte de órgãos de uma planta (gemas, meristemas apicais, folhas, ovários, embriões, sementes, etc.), bem como, em última instância, de células.

As células vegetais isoladas de qualquer parte da planta podem ser cultivadas devido ao núcleo possuir toda a informação genética necessária à regeneração de uma planta completa, a célula somática vegetal é totipotente. Portanto, a propagação pode ser realizada através da proliferação de gemas axilares ou indução de gemas adventícias ou embriogênese somática.

A reversão à juvenilidade tem sido demonstrada e descrita por vários autores, entre eles: Gonçalves (1982), Libby e Hood (1976), e Franclet (1981). Apresentam possibilidades de mudança gradual dos meristemas das plantas lenhosas, no desenvolvimento ontogenético. Desta forma, pode-se trabalhar com o potencial genético no estado juvenil.

A minimização dos erros, antes causados pela não expressão do genótipo no campo devido ao não rejuvenescimento do material vegetativo, tem sido pesquisada através da micropropagação. A micropropagação é considerada efetiva no rejuvenescimento e como processo de propagação alternativa (Kirb et alii, 1992; Furze e Cresswell, 1985).

O maior enfoque dado é ao enraizamento de estacas. Em resposta a este sistema de propagação, as empresas têm melhorado a qualidade de árvores nas florestas produtivas e há discussão das técnicas da micropropagação e o enraizamento das estacas. A micropropagação tem facilitado o processo de enraizamento de estacas, provenientes de clones com baixa capacidade de enraizamento (Kirb et alii, 1992).

A micropropagação apresenta grande potencial para auxiliar os programas de melhoramento genético florestal. Apresenta vantagens sobre os métodos convencionais de propagação vegetativa por propiciar um maior número de plantas em reduzido período de tempo e espaço, sem perder a origem do genótipo selecionado. É importante que o genótipo superior, identificado em campo, possa ser obtido, em maior escala para instalação de testes em vários ambientes. Sua grande aplicação prática tem sido a produção de grandes quantidades de mudas rejuvenescidas para pesquisa de clones x

ambientes. Inicialmente e após a primeira rotação da cultura de *Eucalyptus*, analisa-se sob escalas comerciais (Vieira e Diniz, 1990 e Vieira et alii, 1992).

O desenvolvimento da propagação vegetativa em florestas, discutidas no Simpósio de Bordeaux em 1992, na França, apresenta algumas conclusões gerais. Em primeiro lugar, precisa-se unir esforços entre empresa e centros de Pesquisas no sentido de estudar particularmente a maturação, rejuvenescimento, fisiologia de jardins clonais, fisiologia do enraizamento, biotecnologia e biologia molecular. Em segundo lugar, é importante para a indústria obter um ótimo balanço entre a quantidade do produto produzido e a qualidade deste produto. Em terceiro lugar, a responsabilidade dos pesquisadores na determinação da produção sustentável de florestas e na educação do público sobre florestas clonais. Ademais, o objetivo é maximizar o número e qualidade da produção, não só elevando o percentual de enraizamento mas incrementando o método de propagação vegetativa.

Mostra ainda que as altas taxas de multiplicação apresentadas pela técnica de micropropagação, dentro de um menor tempo, são uma vantagem e o ganho potencial é a aplicação na propagação de materiais selecionados. A técnica bem sucedida de micropropagação carece de maiores pesquisas para o desenvolvimento dos materiais. Quando as plantas são provenientes de gemas axiliares e adventícias de folhosas, a performance é satisfatória e esta situação com coníferas é menos clara (Thorpe et alii, 1991).

Os trabalhos em evolução das técnicas de micropropagação, cultura de células e tecidos na propagação “in vitro” de *Eucalyptus spp* vêm se tornando uma necessidade para se conduzir a uma melhor compreensão do comportamento biológico da espécie através da otimização de metodologias.

O cultivo “in vitro” de *Eucalyptus spp* tem sido conduzido devido à importância que o gênero possui, na produção de madeira de qualidade às indústrias brasileiras. A aplicação desta técnica no Brasil tem evoluído consideravelmente com o objetivo de acelerar o programa de melhoramento, conservação de bancos de germoplasma em espaços reduzidos,

rejuvenescimento, seleção clonal com posterior produção de mudas para testes clonais, produção de mudas para jardins clonais e, no futuro, produção em escala comercial.

Algumas empresas brasileiras iniciaram a propagação massal e suas atividades na década de 80: Suzano (1983), Klabin (1983), Duratex (1984), Riocell (1985), Cenibra (1985), Champion (1986), Aracruz (1986), Acesita (1986) e Rigesa (1987). As mudas micropropagadas nestas empresas chegaram a um milhão de unidades.

**Quadro 1:** Número total de mudas micropropagadas e estabelecidas no campo de *Eucalyptus spp* no Brasil obtidas pela técnica de micropropagação

Espécies	Empresas									TOTAL
	Acesita	Aracruz	Cenibra	Champion	Duratex	Klabin	Riocell	Suzano	Rigesa	
<i>E. dunni</i>						170			13000	13170
<i>E. grandis</i>		600	1500	38300	5500	52000	44000	22000		163900
<i>E. pellita</i>			600							600
<i>E. saligna</i>		350		700		21200	173700	11000		206950
<i>E. urophylla</i>	50000	250	300	6800	7000					64350
<i>E. camaldulensis</i>										
X <i>E. grandis</i>	150000									150000
<i>E. citriodora</i> X										
<i>E. torrelliana</i>	33400									33400
<i>E. grandis</i> X										
<i>E. camaldulensis</i>								34000		34000
<i>E. grandis</i> X										
<i>E. urophylla</i>		1250		286500				40000		327750
<i>E. tereticornis</i> X										
<i>E. grandis</i>							30300			30300
<i>E. urophylla</i> X										
<i>E. alba</i>							17000			17000
<i>E. urophylla</i> X										
<i>E. grandis</i>	8300									8300
<i>E. urophylla</i> X										
<i>E. pellita</i>	8300	100								8400
Outras espécies					200	13400		3000		16600
<b>TOTAL</b>	<b>250000</b>	<b>2550</b>	<b>2400</b>	<b>332300</b>	<b>12700</b>	<b>86770</b>	<b>265000</b>	<b>110000</b>	<b>13000</b>	<b>1074720</b>

Fonte: Informação pessoal junto às empresas (novembro/1994).

Os pesquisadores brasileiros consideram que o desenvolvimento desta técnica requer conhecimento multidisciplinar, advindo da fisiologia, nutrição, bioquímica vegetal e principalmente abrir a discussão sobre o comportamento do material micropropagado “in vitro” e sua interação genótipo x ambiente, como já evidenciamos no Simpósio de Bordeaux, na França, em 1992.

## **2.6. Desenvolvimento de Plantas Via Sexuada Comparadas com Via Assexuada**

O comportamento silvicultural de plantas propagadas vegetativamente, segundo Rauter (1982), deve apresentar superioridade desde o seu estabelecimento até a colheita florestal em relação às mudas produzidas por sementes.

A superioridade teórica de árvores propagadas, via estacas, quando comparadas com as propagadas por sementes de *Eucalyptus grandis*, não foi constatada segundo Bertoloti (1986). Os ganhos com as mudas produzidas por sementes aos 2 anos, em volume, foram em média de 21,3% para plantios monoclonais e de 12,1% para plantios multiclonais, inferior às sementes.

Vergara (1989), estudando os mesmos materiais de Bertoloti (1986) estabelecidos em plantios mono e multiclonais em relação às sementes, verificou diferenças significativas em altura total e densidade básica. Ressalta que os problemas fisiológicos relacionados com a maturação ontogenética origina a variação intraclonal, afetando a estimativa dos parâmetros genéticos.

O crescimento lento na propagação vegetativa pode ser atribuído à planta mãe ser fisiologicamente adulta (Rauter, 1982).



Existem evidências, apresentadas por Talbert e Struve (1984), de que árvores adultas propagadas vegetativamente crescem mais lentamente, comparadas com árvores jovens.

Kikuti (1988) apresenta efeitos expressivos quanto ao método de propagação utilizado, bem como a interação progênie x método de propagação. Acrescenta que as progênies de meios-irmãos apresentam melhor crescimento em relação às progênies clonais, aos 30 meses de idade, tanto para matrizes selecionadas como para testemunhas, com tendência para uma redução da diferença com o passar dos anos.

As diferenças entre estacas e plantas de sementes são, basicamente, resultado da diferença do método de propagação e da idade do material propagado (Vergara, 1989).

O desenvolvimento de clones de *Eucalyptus sp*, produzidos via estaquia, quando comparados aos clones obtidos pela técnica de micropropagação, apresentaram resultados semelhantes para as variáveis estudadas (altura total, D.A.P. e volume cilíndrico), aos 3 anos de idade, na região de Itapetininga/SP (Vieira, 1991).

Plantas micropropagadas de *Pinus taeda* foram analisadas aos 2 anos por Frampton Jr. e Mackeand (1987). Verificou-se que as plantas obtidas via micropropagação apresentaram tamanho inferior e sistema radicular menos desenvolvido que as plantas propagadas por sementes.

Frampton Jr. (1986) obteve diferenças em testes de campo entre plântulas de *Pinus taeda* micropropagadas quanto ao crescimento, resistência a doença e morfologia de plantas.

## 2.7. Interação Genótipo x Ambiente

A produtividade florestal está intimamente relacionada com o desempenho e adaptação do material genético às condições ecológicas locais.

O produto da associação dos fatores ambientais em associação com o potencial genético é a definição do fenótipo florestal. Porém, o fenótipo representado por  $F = G + A$  (F: fenótipo, G: genótipo e A: ambiente) é válido apenas para o ambiente específico onde se encontra.

O genótipo (G), quando exposto a vários ambientes, sofre um efeito adicional chamado de interação genótipo x ambiente (gA). A nova expressão da representação do fenótipo será: segundo a interação  $G=g+gA$  (onde g = efeito genético líquido), conseqüentemente a expressão será  $F = g + gA + A$  (onde: F = fenótipo, g = efeito líquido do genótipo, gA = interação genótipo x ambiente e A = ambiente). Esta representação envolverá um conjunto de ambientes ou técnicas operacionais florestais como adubação, espaçamento, etc. O isolamento da interação (gA) orientará a escolha de material apropriado à cada região.

A interação genótipo x ambiente ao nível macro e micro ambiente é uma das razões fundamentais de se fazer repetições experimentais em diversas áreas - controle local da variação ambiental - e épocas - controle da variação climática estacional, pois segundo Shimizu (1988) clones não crescem exclusivamente em função de seu potencial genotípico, mas a partir das características ambientais e a concorrência com outros genótipos por luz, água,

nutrientes e espaço. A tendência atual das estratégias de melhoramento é produzir genótipos com uma ampla adaptabilidade.

Destacados por Zobel e Talbert (1984), a interação genótipo x ambiente é um fator direto de resposta em um teste genético, pois os genótipos respondem diferentemente para inúmeros locais e enfatizam que a interação é importante nas análises à verificação do desenvolvimento do genótipo em função do ambiente.

Quijada (1980) define a interação genótipo x ambiente como a falta de uniformidade de resposta, considerando que grupos de indivíduos assumem comportamento diferenciado aos ambientes testados. Namkoong et alii (1980) demonstram que genótipos, dentro de uma amplitude de ambientes, apresentaram-se diferentemente. Conseqüentemente, as observações realizadas por Shelbourne (1972), e por Zobel e Talbert (1984) adicionam que os componentes da variância genética e da interação genótipo x ambiente são sobrepostos não podendo individualizar-se, havendo uma superestimação de ganhos quando o teste é instalado somente em um local. Fonseca (1979) obteve a interação genótipo x ambiente como a apresentada na tabela 2.

**Tabela 2:** Interação Genótipo x Ambiente

Causa de Variação		Situações			
		A	B	C	D
Genótipo	(G)	*	n.s.	*	*
Ambiente	(A)	n.s.	*	*	n.s.
Interação	(G X A)	n.s.	n.s.	*	*

Fonte: Fonseca (1979)

\* Significativo estatisticamente

n.s. - Não significativo estatisticamente

A, B, C e D - Ambientes distintos quanto ao solo e clima

Pode-se observar diferenças entre genótipos na situação "A", enquanto que na situação "B" foram observadas diferenças para o ambiente. Porém, entre as situações "A" e "B" não houve interação; na situação "C" pode-se observar a diferença entre os genótipos no ambiente com interação significativa. Na situação "D" há diferenças de genótipos, embora não havendo para os ambientes.

A interação genótipo x ambiente tem papel primordial na estratégia do melhoramento florestal. O ambiente pode ser agrupado em zonas de plantio de tal forma que a interação seja mínima e os genótipos selecionados, visando a estabilidade fenotípica (Shelbourne, 1972).

A interação assume grande importância nos megareflorestandos, pois são envolvidas grandes áreas com diversidade de condições edafoclimáticas e com práticas silviculturais diferenciadas como espaçamento, adubação, preparo do solo e plantio (Namkoong et alii, 1980; Zobel e Talbert, 1984; Zobel, 1992).

Uma consideração importante foi realizada por Kageyama (1980) que, quando calculou herdabilidades de cinco localidades em conjunto, encontrou valores que indicam redução de ganho quando um mesmo material for selecionado para todas as localidades, sendo que a herdabilidade está diretamente relacionada com o ganho genético.

Este fato é apontado por Matheson e Raymond (1984), quando a perda do potencial de ganho quando se pratica a seleção de famílias. Os resultados sugerem que seleções efetuadas para um local não são mais adequadas para outro. Portanto pode-se ocorrer erros quando os dados são extrapolados para extensas áreas de reflorestamento (Fonseca, 1979).

A solução proposta por Ferreira (1985) é a regionalização do programa, de tal modo que as seleções efetuadas e estudadas fossem uniformes ambientalmente.

Resende e Oliveira (1992), trabalhando em seis localidades diferentes no Estado de Minas Gerais, com *Eucalyptus spp*, indicam duas zonas para melhoramento em altura e três para diâmetro. O estudo do genótipo x ambiente ofereceu informações mais eficientes para as estratégias de melhoramento.

As metodologias para determinação da interação genótipo x ambiente são: Yates e Cochran (1938), Plaisted e Peterson (1959), Finlay e Wilkinson (1963), Wricke (1962), Eberhart e Russel (1966), Tai (1971), Verma, Charal e Murty (1978) e Silva e Barreto (1985).

Shelbourne (1972), citado por Mora (1986), sintetiza as metodologias utilizadas para a detecção da interação:

- 1) análise de variância conjunta.
- 2) classificação das médias dos genótipos nos diferentes ambientes.
- 3) correlação das médias dos genótipos em pares de ambientes.
- 4) regressão das médias dos genótipos com os ambientes, envolvendo todas as médias de todos os ambientes.

A interação genótipo x ambiente é detectada pela análise de variância conjunta.

Segundo Kalil Filho (1983), o número de interações possíveis num experimento com “m” genótipos e “n” ambientes é calculado como  $m.n!/m!n!$ . Dependendo do número de genótipos e ambientes, o número de interações será

muito grande, não valendo a pena classificá-los com tipos de interações. No caso de espécies florestais, o número de interações que interessa é pequeno, mas não podendo mesmo assim ser explicadas em termos de causas básicas.

Segundo Davidae (1990) a interação genótipo x ambiente pode ser manifestada, quando testados em vários ambientes e pela diferença da superioridade relativa entre genótipos em vários locais. A primeira exige seleção de genótipos especialistas e a segunda, genótipos para uso geral.

Os efeitos da interação podem ser trabalhados:

- 1) Identificar genótipos específicos para cada ambiente.
- 2) Realizar zoneamento ecológico.
- 3) Identificar genótipos com maior estabilidade fenotípica.  
A seleção de genótipos com maior estabilidade fenotípica, no Brasil, ainda não foi muito estudada.

Segundo Kalil Filho (1983), o conceito de estabilidade fenotípica de Lewis (1954) coincide com o de homeostase desenvolvimental (Dobzhanski e Wallace 1953; Lerner, 1954), estabilidade desenvolvimental (Mather, 1953) e flexibilidade desenvolvimental (Thoday, 1955).

A estabilidade pode ser constituída de números elevados de genótipos, cada um adaptado a vários ambientes e bem tamponados ou invariáveis às flutuações ambientais. Segundo Allard e Bradshaw (1964), o termo homeostase, tamponamento individual ou tamponamento populacional, serve para descrever a estabilidade de produção.

Espécies “bem tamponadas” são aquelas que podem ajustar-se seu estado genotípico ou fenotípico, em resposta às flutuações periódicas do ambiente (Kallil Filho op cit).

Os híbridos em essências florestais exibem propriedades homeostáticas ou de tamponamento. São mais adaptados, pois apresentam uma maior variabilidade genética disponível a ser liberada.

A participação do genótipo na interação depende de sua estabilidade fenotípica em relação à média de todos os genótipos testados. Genótipos que se apresentam mais ou menos estáveis que a média contribuem mais para a interação, ao passo que genótipos com média estabilidade, menos contribuem.

Kalil Filho (1983) apresenta os métodos de estabilidade em três grupos:

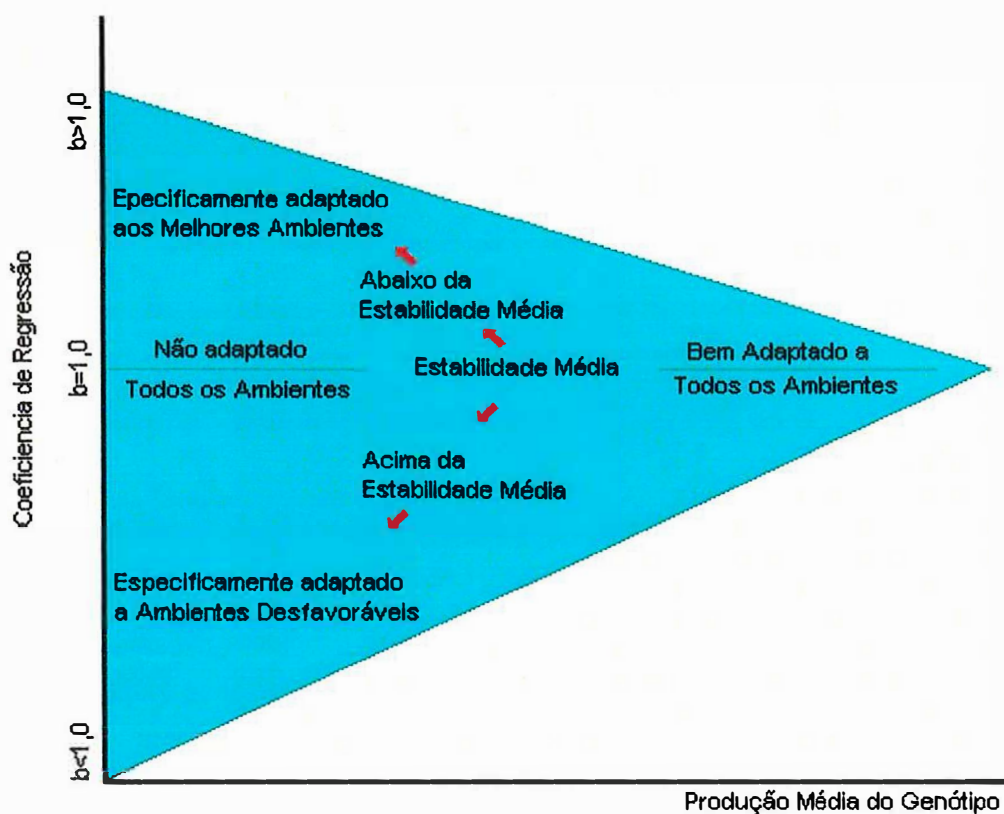
1) A contribuição do genótipo para a magnitude da soma de quadrados da interação genótipo x ambiente, na análise de variância. Inclui-se os métodos de Plaisted e Peterson (1959). Nestes os genótipos são retirados um a um da variância da interação. O material genético mais estável é aquele com menor contribuição para a interação genótipo x ambiente;

2) Os métodos baseados na análise de regressão foram desenvolvidos pela primeira vez por Yates e Cochran (1938) e muitos anos mais tarde por Finlay e Wilkinson (1963). Posteriormente por Eberhart e Russel (1966) que pontua um segundo parâmetro de estabilidade, o desvio da regressão linear. Outros métodos surgiram após, como: Verma et alii (1978), Silva e Barreto (1985), modificado por Cruz et alii (1988);

3) Envolve o conceito da análise de regressão e o objetivo é evitar os efeitos da co-variância existente quando se faz análise de um genótipo com o índice ambiental, no cálculo de um par de parâmetros de estabilidade.

Segundo Kalil Filho (1983), muitos autores propuseram métodos para a determinação da estabilidade, mas o mais utilizado atualmente é o método da regressão linear de Eberhart e Russel (1966), modificado de Finlay e Wilkinson (1963). Neste método, foi introduzido o conceito de índice ambiental, que é função de todos os genótipos em cada ambiente (Figura 7).

Os genótipos mais estáveis são os que possuem variâncias dos desvios iguais ou tendendo a zero ( $S^2 d \cong 0$ ), e coeficientes de regressão iguais ou próximos de 1,0 ( $b \cong 1,0$ ). Genótipos com  $b$  superiores a 1,0 são menos estáveis e adaptam-se a ambientes favoráveis. Genótipos com  $b$  inferiores a 1,0 apresentam alta estabilidade, adaptando-se a ambientes desfavoráveis.



**Figura 7:** Caracterização do genótipo quanto ao coeficiente de regressão linear e a estabilidade baseados na produção média  
Fonte: (Finlay e Wilkinson, 1963)



A interação genótipo x ambiente é evidente. A relação dos efeitos da interação genótipo x ambiente e os efeitos genéticos ( $gA/g$ , onde  $gA$ = interação genótipo x ambiente e  $g$ = genótipo) são um bom indicativo da magnitude dos efeitos da interação. Barros e Pires (1987), apresentam que os valores da relação  $gA \cdot g^{-1}$  menores que 0,5 indicam uma interação não muito expressiva, mas os valores acima deste indicam que grandes prejuízos poderão ocorrer por negligenciar os efeitos da interação genótipo x ambiente.

O programa de melhoramento para ambientes distintos deve ser o norteado para a maximização dos ganhos genéticos.

Os trabalhos desenvolvidos dentro dos programas de melhoramento devem levar em consideração, no entanto, os mecanismos que afetam a eficiência nutricional (Barros e Pires, 1987).

Segundo os autores, o solo como meio mineral é supridor de água para as plantas e é um forte determinante da adaptação das espécies, clones, etc.

Barros e Pires (1987), demonstram existir evidências para o controle genético, observando vários ecotipos de algumas espécies vegetando em locais distintos.

Somando-se a estes questionamentos, a variação genotípica no crescimento está ligada muitas vezes à morfologia da raiz. Sabe-se que as raízes de clones diferem no crescimento e geometria, o que resulta na variação da distância de transferência dos elementos nutricionais a absorção das raízes.

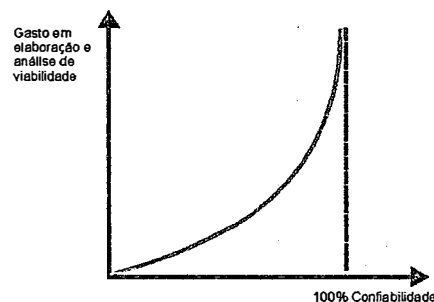
Portanto, deve considerar-se, no estudo de interação genótipo x ambiente, os fatores fisiológicos da planta propagada via assexuada e seus verdadeiros efeitos genéticos.

## 2.8. A Estratégia de Melhoramento e os Ganhos Econômicos

O projeto de micropropagação em desenvolvimento no Brasil não tem evidenciado o curso da técnica de seus investimentos e os benefícios, positivos ou negativos, no estado-da-arte atual. Há necessidade de informações básicas na linha operacional em desenvolvimento.

Segundo Woiler e Mathias (1989) os processos de busca, coleta e processamento de informações carregam, em parte, a incerteza e, em parte, os limites impostos pelo próprio meio.

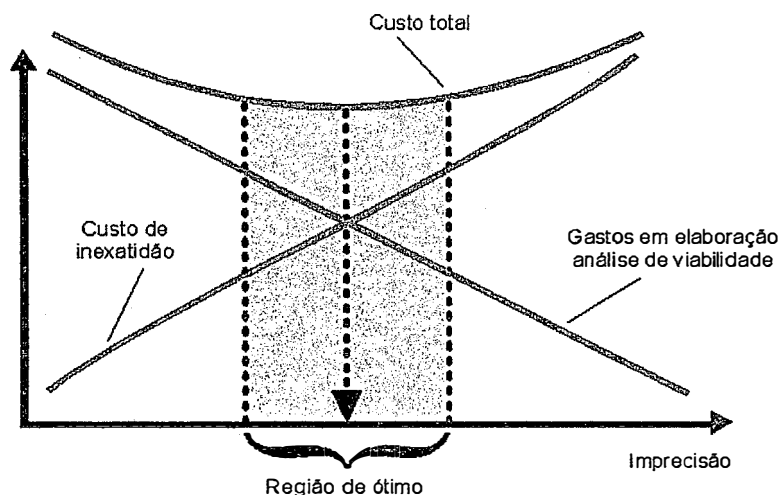
A figura 8 demonstra que o custo da coleta e processamento de informações cresce de modo exponencial com a confiabilidade. Para tanto, o trabalho de desenvolvimento da micropropagação está no limiar da decisão, ou seja, partir para a escala comercial.



**Figura 8:** Gastos em elaboração em função da confiabilidade  
Fonte: Woiler e Mathias (1989)

Portanto, o importante neste trabalho foi abrir caminhos para desenvolver o custo associado à inexatidão, aos níveis de imprecisão, na viabilidade da metodologia empregada. A figura 9 demonstra os custos ótimos nas análises do gasto total.

A futura apresentação dos custos no desenvolvimento da técnica apresentará perspectivas sobre o custo dos investimentos e os retornos da técnica de micropropagação.



**Figura 9:** A região, do custo ótimo  
Fonte: Woiler e Mathias (1989)

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material

##### 3.1.1. Material Genético Empregado

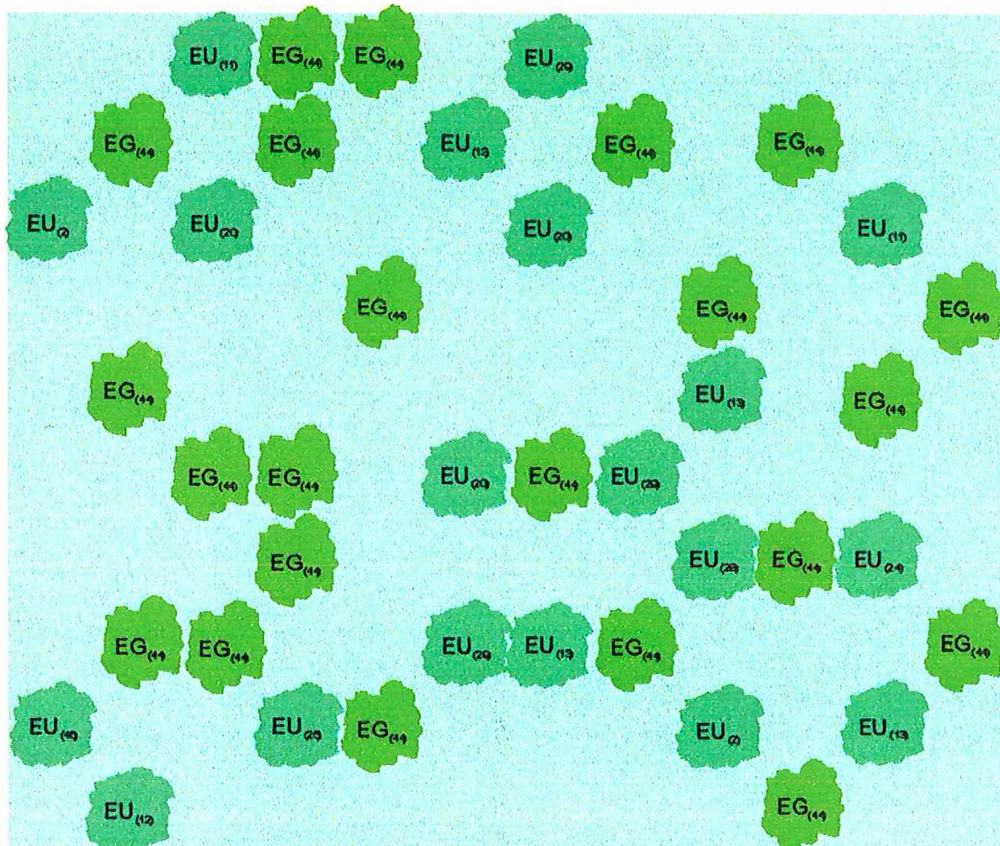
O material genético selecionado foi procedente do pomar de sementes híbridas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* da Aracruz Florestal.

O pomar de sementes híbridas possui denominação de M7-1. Neste pomar, utiliza-se como mãe o *Eucalyptus grandis* procedente de Zimbabwe, África, com origem de Coff's Harbour, N.S.W., Austrália. As árvores foram selecionadas com base nas características fenotípica e nas qualidades desejáveis de madeira.

As matrizes de *Eucalyptus urophylla* foram selecionadas na parcela original de introdução em Rio Claro/SP.

O pomar tem como características:

- Instalação: *Eucalyptus urophylla* (mar/76)  
*Eucalyptus grandis* (ago/76)
- Espaçamento: 12,0 x 6,0 metros
- Propagação: Enxertia por encostia de topo
- Área total: 8,0 ha.
- Isolamento: 800 metros de mata natural
- Distribuição dos clones: Foi realizada de tal forma que o clone de *Eucalyptus grandis* (elevado índice de auto-esterilidade), ficasse circundado por clones de *Eucalyptus urophylla*. A relação entre plantas de *Eucalyptus urophylla* para *Eucalyptus grandis* foi de 3,2:1 (Figura 10).
- Características das sementes: As sementes foram obtidas por polinização livre e colhidas no único clone de *Eucalyptus grandis*, portanto são meios-irmãs (half-sib). O índice de auto fecundação atribuído foi de 3%.
- Polinização complementar: foi realizada através do estabelecimento de 2 colméias de *Apis mellifera* para cada 4 ha de pomar. A relação quilograma/fruto em média é de 13:1.



**Figura 10:** Esquema do pomar de sementes híbridas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*

### 3.1.2. Caracterização Fenotípica dos Híbridos

A plantação utilizando sementes  $F_1$  híbridas foi instalada no Horto Mogi Guaçu e Horto Gramado, respectivamente localizados nos municípios paulistas de Mogi Guaçu e São Simão. Aos dois anos foram selecionadas as árvores superiores e destas foram colhidos frutos e folhas para posterior caracterização.



**Figura 11:** Amostras de folhas das árvores híbridas superiores de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*

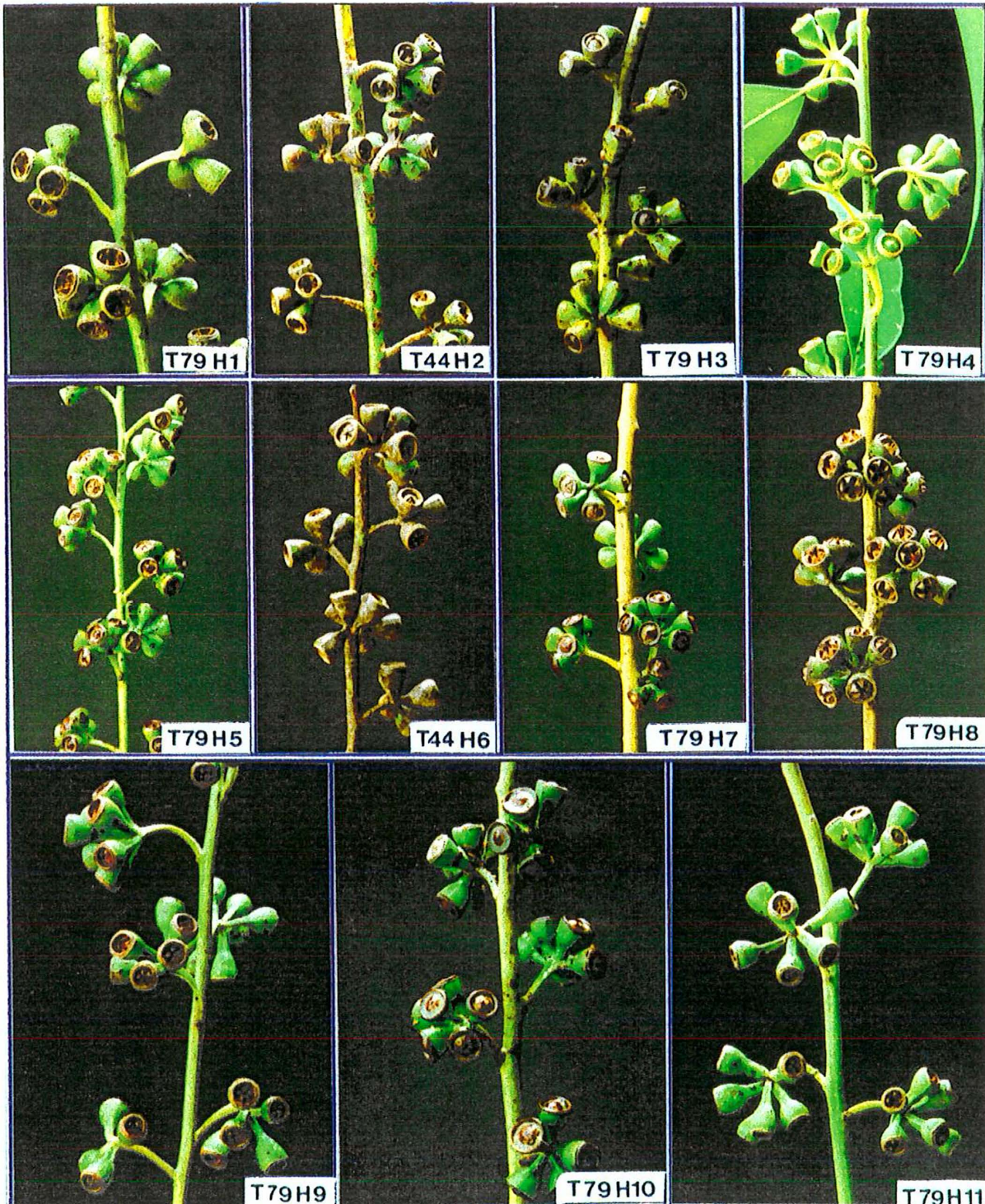


Figura 12: Amostras de frutos das árvores híbridas superiores de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*



### 3.1.3. Relação dos Materiais Estudados

Os clones em estudo estão abaixo relacionados. A escolha desses materiais foram baseados em seleção realizada em campo, demonstrados no item 3.2.1.

Materiais	Espécies
H <sub>1</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
H <sub>2</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
H <sub>3</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
H <sub>4</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
H <sub>5</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
H <sub>6</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
H <sub>7</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
H <sub>8</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
H <sub>9</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
H <sub>10</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
H <sub>11</sub>	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
Testemunhas	
HM033(*)	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>
Sementes CPC	Hibrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>

(\*) Material produzido via estaquia.

A caracterísitca dos locais dos clones nos experimentos estão descritos no item 3.1.4. e sua localização descritos nos item 3.2.5.

### 3.1.4. Local da Experimentação

Os clones micropropagados foram estabelecidos em quatro locais. A descrição dos locais são apresentadas abaixo:

**Tabela 3:** Características dos locais de experimentação

Localização				
Município	Mogi Guaçu/ SP		Brotas/ SP	São Simão/ SP
Horto	Mogi Guaçu	N <sup>a</sup> S <sup>a</sup> Aparecida	Santa Fé A	Gramado
Talhão	79	44	157	131
Latitude(S)	22° 23'	22° 07'	22° 10'	21° 32'
Longitude(N)	46° 58'	47° 03'	48° 09'	47° 34'
Altitude	660m	680m	750m	740m

Clima				
Precipitação - Total Anual	1336	1336	1511	1434
Temperatura - Média Mínima	15.9	15.9	17.6	18.5
Temperatura - Média Máxima	23.6	23.6	23.4	23.5
Deficit Hídrico	7	12	35	180
Classificação	CWA	CWA	CWA	CWA

Solo	
Classificação	Descrição
Mogi Guaçu	Latossolo Vermelho Amarelo Álico a moderado, textura média, fase cerrado tropical e relevo suave ondulado
Nossa Senhora Aparecida	Latossolo Vermelho Amarelo Álico a moderado, textura média, fase cerrado tropical e relevo plano.
Santa Fé A Gramado	Areia Quartzosa Álica a moderado, fase cerrado tropical e relevo suave ondulado

### 3.1.5. Características Físicas, Químicas e Mineralógicas do Solo

As características físicas e químicas em cada sítio são apresentadas abaixo:

**Quadro 2:** Características físicas, químicas e mineralógicas de Mogi Guaçu (Talhão 79 do Horto Mogi Guaçu e Talhão 44 do Horto Nossa Senhora Aparecida) (LVa 3)

Horizonte		Composição granulométrica da terra fina (%)								(g/cm <sup>3</sup> )		Porosidade (%)
Símbolo	Profundidade (cm)	AMG (2,00 1,00 mm)	AG (1,00 0,50 mm)	AM (0,50 0,25 mm)	AF (0,25 0,10 mm)	AMF (0,10 0,05 mm)	Areia Total	Silte (0,05 0,002 mm)	Argila (<0,002 mm)	Do Solo	Das. Partic.	
AP	0 - 23	2	4	12	29	18	64	16	20	1,39	2,50	44
AB	23 - 49	0	1	9	31	19	60	17	22	1,46	2,58	43
BA	49 - 87	0	1	9	27	21	58	19	23	1,54	2,67	42
BW1	87 - 138	0	1	8	27	18	55	19	26	1,22	-	-
BW2	138 - 160+	1	2	11	28	18	59	16	25	1,20	-	-

Símbolo	pH	Cátions Trocáveis			Valor S ΣCa, Mg K	Acidez Extraível		Valor T - CTC - Σ S, Al H	Valor V 100 S T	Sat. por Alumínio 100 Al <sup>+++</sup>	P Assim. (ug/cm <sup>3</sup> )
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>		Al <sup>+++</sup>	H <sup>+</sup>				
		(meq/100g)							(%)	(%)	
Ap	3,9	0,4	0,1	0,12	0,6	2,6	4,9	8,1	7	81	7
AB	4,1	0,1	0,0	0,08	0,2	2,0	2,0	4,2	5	91	2
BA	4,0	0,1	0,0	0,03	0,2	1,7	0,9	2,8	5	89	1
BW1	4,1	0,1	0,0	0,02	0,1	1,4	0,7	2,3	6	93	1
BW2	4,2	0,1	0,0	0,01	0,1	1,0	0,8	2,0	7	91	1

Símbolo	Profundidade (cm)	Matéria Orgânica (%)	Ataque sulfúrico (%) (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1:1)			Relações Moleculares			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Livre (%)	Água Retida (atm)	
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1/3	15
AP	0 - 23	4,1	-	-	-	-	-	1,4	16	11	
AB	23 - 49	1,8	-	-	-	-	-	-	14	10	
BA	49 - 87	0,9	-	-	-	-	-	-	13	9	
BW1	87 - 138	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	
BW2	138 - 160+	0,6	-	-	-	-	-	1,8	-	-	



## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Metodologia de Seleção das Árvores Híbridas Superiores

A seleção das árvores híbridas superiores foi realizada primeiramente para: a) crescimento em altura, b) características fenotípicas (forma, casca, copa) e posteriormente foi analisada a densidade da madeira.

A seleção foi caracterizada pelo desenvolvimento em volume dos híbridos dentro dos sítios da companhia. Delineada a curva normal padrão para a espécie e sítio de desenvolvimento, foi realizada a seleção. Para selecionar-se os híbridos deste estudo foram elaborados os critérios estabelecidos por Vieira em 1988 abaixo descritos:

- 1) Localizar os talhões de plantio dos híbridos *E. grandis* x *E. urophylla* no Horto Mogi Guaçu (Mogi Guaçu/SP) e Horto Gramado (São Simão/SP).
- 2) Instalar duas parcelas (400m<sup>2</sup>) a cada 10 ha.
- 3) Elaboração da curva normal.
- 4) Localizar os maiores diâmetros, alturas e volumes.
- 5) Locar as árvores encontradas no talhão, segundo a curva normal.

- 6) Medir uma parcela (400 m<sup>2</sup>) em torno da árvore.
- 7) Estabelecer e locar as 5 árvores dominantes na parcela.
- 8) Preencher a ficha (vide figura 13).
- 9) Fazer análise subjetiva, segundo a “metodologia para avaliação de clones” (Normas do Depto. de Melhoramento Genético Florestal da Champion Papel e Celulose Ltda.).
- 10) Estabelecer a porcentagem (%) de superioridade da árvore matriz à media da população para altura. Fixar este número acima de 15%. (vide figura 13).
- 11) Estabelecer na análise subjetiva (fenotípica) a porcentagem (%) de árvores ideal. Fixar este número acima de 85% (vide figura 13); (Normas do Depto. de Melhoramento Genético Florestal da Champion Papel e Celulose Ltda).
- 12) Proceder amostragem para densidade básica.
- 13) Enxertar material vegetativo e conduzi-lo ao laboratório de cultura de tecidos para rejuvenescimento, segundo figura 16.

**CHAMFLORA AGRÍCOLA LTDA.**

**DEPTO. MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL**

**CADASTRO DE ÁRVORES SUPERIORES**

MATRIZ

ESPÉCIE \_\_\_\_\_ PROC. \_\_\_\_\_ GERAÇÃO \_\_\_\_\_  
 LOCAL \_\_\_\_\_ PROJ. \_\_\_\_\_ AVALIAÇÃO \_\_\_\_\_  
 TALHÃO \_\_\_\_\_ ÁREA (ha) \_\_\_\_\_ IDADE \_\_\_\_\_

**1 - REGIÃO ECOLÓGICA**

LAT. (S) \_\_\_\_\_ LONG. (W) \_\_\_\_\_ ALT. (M) \_\_\_\_\_  
 PREC. MÉDIA ANUAL (mm) \_\_\_\_\_ DEF. HÍDRICO (MIN.) \_\_\_\_\_  
 TEMP. MÉDIA (°C) \_\_\_\_\_ MIN. (°C) \_\_\_\_\_ MÁX. (°C) \_\_\_\_\_  
 TIPO SOLO \_\_\_\_\_ pH \_\_\_\_\_

**2- AVALIAÇÃO DE CAMPO**

VARIÁVEIS	MÉDIA 5 DOMIN.	MÉDIA POPULAÇÃO (400 M <sup>2</sup> )	MATRIZ	% SUPERIORIDADE	
				DOMINANTE (5)	POPULAÇÃO
H (m) .....					
DAP (cm) .....					
vol. (CM) .....					

**3 - AVALIAÇÃO SUBJETIVA**

FUSTE			FORMA DO RAMO		SANIDADE	CARCT. DA COPA	FRUTI- FICAÇÃO	Σ DAS NOTAS	Σ X 100 27
FORMA	INCLI- NAÇÃO	BIFURCAÇÃO	ESPESSURA	DESRAMA					

**4 - DENSIDADE BÁSICA** \_\_\_\_\_

**5 - CARACTERÍSTICA PAPELEIRA** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Figura 13:** Cadastro de árvores superiores

A seleção das árvores híbridas superiores foi efetuada no talhão 5 do Horto Mogi Guaçu e no talhão 148 do Horto Gramado, respectivamente nos municípios de Mogi Guaçu e São Simão, no estado de São Paulo. (tabelas 4 e 5)

**Tabela 4:** Híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* selecionados aos 30 meses de idade em Mogi Guaçu/SP

ÁRVORE SELECIONADA					
Híbrido	H (m)	D (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Avaliação* Subjetiva (%)	Densidade** Básica (g/cm)
H 1	21,0	11,5	0,39	85	0,442
H 2	19,5	16,0	0,39	92	0,410
H 3	20,0	15,5	0,38	89	0,438
H 4	20,5	14,0	0,31	92	0,407
H 5	21,0	15,5	0,39	85	0,418
H 6	21,0	15,5	0,39	89	0,433

(\*) A avaliação subjetiva foi realizada mediante análise da árvore selecionada (Normas do Departamento de Melhoramento Genético Florestal da Champion Papel e Celulose Ltda.).

(\*\*) As análises de densidade foram realizadas na ESALQ/USP - Depto. de Ciências Florestais, Setor de Química, Celulose e Energia em julho/1988.



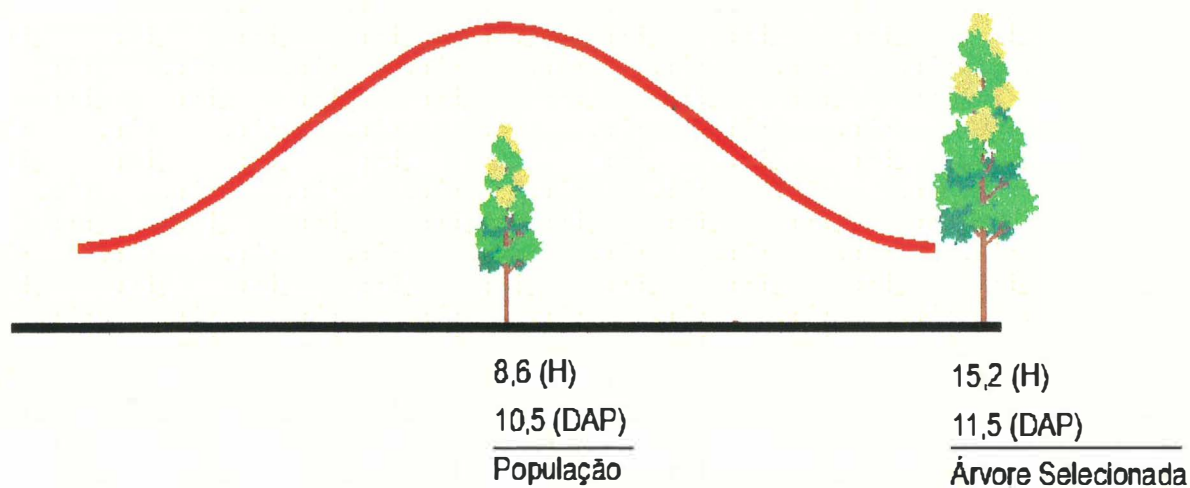
**Tabela 5:** Híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* selecionados aos 24 meses de idade em São Simão/SP

ÁRVORE SELECIONADA					
Híbrido	H.(m)	D.(m)	Vol.(m <sup>3</sup> )	Avaliação* Subjetiva(%)	Densidade** Básica(g/cm)
H 7	15,0	11,5	0,15	85	0,486
H 8	15,5	11,5	0,16	74	0,471
H 9	15,0	11,0	0,14	81	0,482
H 10	15,5	11,5	0,16	85	0,490
H 11	15,0	12,0	0,17	92	0,496

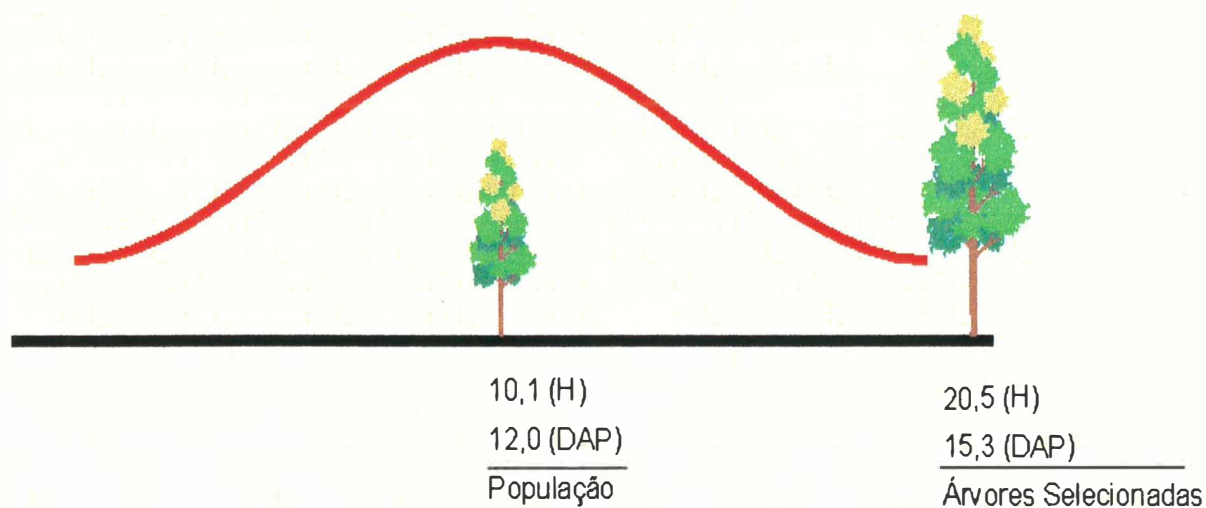
(\*) A avaliação subjetiva foi realizada mediante análise da árvore selecionada (Normas do Departamento de Melhoramento Genético Florestal da Champion Papel e Celulose Ltda.).

(\*\*)As análises de densidade foram realizadas na ESALQ/USP - Depto. de Ciências Florestais, Setor de Química, Celulose e Energia em julho/1988.

As figuras 14 e 15, demonstram esquematicamente a seleção.



**Figura 14:** Média das árvores seleccionadas em Mogi Guaçu/SP, comparando com a média da população



**Figura 15:** Média das árvores seleccionadas em São Simão/SP, comparando com a média da população

### **3.2.2. Multiplicação do Material**

A técnica descrita abaixo foi desenvolvida a partir de convênio iniciado em 1986-1988 com a ESALQ/USP em Piracicaba/SP, através do Professor Dr. Antônio Natal Gonçalves e, posteriormente, pela equipe do laboratório de micropropagação da Champion Papel e Celulose Ltda.

#### **3.2.2.1. Fonte do Material Vegetativo**

A árvore selecionada foi cortada e após dois meses retirou-se as brotações das cepas.

As brotações foram enviadas para o viveiro de produção de mudas da Champion Papel e Celulose Ltda. das quais foram retiradas estacas, tendo um comprimento de aproximadamente 8 cm e diâmetro variando entre 0,2 a 0,5 cm com um par de folhas cortadas a metade.

Para enraizamento destas estacas utilizou-se o hormônio A.I.B. na concentração de 6.000 ppm. Em seguida foram colocadas em tubetes contendo substrato composto por 50% de palha de arroz carbonizada, 30% de vermiculita e 20% de terra de subsolo, contendo 12 kg de superfostato e 0,5 kg de FTE BR9 por m<sup>3</sup> de substrato.

Foram enraizadas em casa de vegetação em um período de 30 dias, com temperatura entre 25 a 28°C e umidade relativa do ar acima de 80%, sob irrigação periódica segundo o controle do ambiente. Após enraizamento permaneceram por 20 dias em casa de sombra onde a luminosidade é reduzida a 50% e, em seguida após 40 dias, a pleno sol, foram conduzidas para o processo de enxertia.

### **3.2.2.2. Preparo e Manutenção do Material Vegetativo**

As brotações das mudas multiplicadas via estaquia foram enxertadas em mudas, com diâmetro de haste de 0,5 cm. As mudas foram plantadas em latas com capacidade de 20 litros com substrato composto por 60% de terra de subsolo, 40% de substrato utilizado pelo viveiro (50% de palha de arroz carbonizada, 30% de vermiculita média e 20% de subsolo e adubo com 12 kg/m<sup>2</sup> de N:P:K (8:7:16), contendo 0,5 de FTE BR9/m<sup>3</sup>).

O material enxertado foi mantido em casa de sombra (50% de luminosidade), sendo irrigado na base diariamente. Semanalmente, foram realizadas pulverizações com fungicida Benlate (1g/l) e adubações na base com 0,9g por planta de N:P:K (8:17:6), contendo 0,03g/planta de FTE BR9/m<sup>3</sup>.  
*L. minor*

### **3.2.2.3. Coleta do Material Vegetativo**

Foi realizada através da coleta de brotações epicórmicas oriundas dos enxertos, com aproximadamente 5 cm de comprimento, e a seguir desfolhadas e colocadas imergidas em água destilada.

### **3.2.2.4. Desinfestação do Material Vegetativo**

Foi realizada através de solução desinfetante de detergente comercial a 3% (V/V), sob agitação durante 15 minutos. Procedendo-se em seguida a imersão em solução de fungicida Benlate (1g/l) durante 30 minutos.

Na câmara de fluxo laminar o material vegetativo foi envolto em gaze (autoclavado por 30 minutos) e imergido em solução de hipoclorito de sódio a 1% (V/V), acrescido de 3 gotas de Tuween 20 em cada 100 ml de solução desinfetante.

Posteriormente, foi agitado em movimentos verticais durante 15 minutos e, em seguida, retirado e lavado em água deionizada e esterilizada (30 minutos em autoclave).

#### **3.2.2.5. Preparo do Explante**

Na câmara de fluxo laminar, os segmentos nodais (explantes) com aproximadamente 1 cm de comprimento foram retirados das brotações desinfetadas com auxílio de pinças, bisturis e papel toalha autoclavados.

#### **3.2.2.6. Meio de Cultura**

O meio de cultura utilizado foi o “JADS”, elaborado por um grupo de pesquisadores coordenados pelo Prof. Dr. Antonio Natal Gonçalves da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Quadro 4).

**Quadro 4:** Composição do meio de cultura, "JADS"<sup>(\*)</sup>.

Composto	Concentração Final (mg/l)
Nitrato de Amônia	324,00
Nitrato de Potássio	809,00
Nitrato de Cálcio tetahidratado	590,50
Fosfato de Potássio monobásico	408,00
Sulfato de Magnésio heptahidratado	739,50
Ácido Bórico	3,10
Molibdato de Sódio bihidratado	0,15
Cloreto de Cobalto hexahidratado	0,25
Sulfato de Manganês monohidratado	16,90
Sulfato de Zinco heptahidratado	4,32
Sulfato de Cobre pentahidratado	1,25
Sulfato de Ferro II heptahidratado	55,60
E.D.T.A. dissódico	74,50
Ácido Nicotínico	0,50
Piridoxina.HCl	0,50
Tianina.HCl	0,50
L-Arginina	7,00
L-Glutamina	146,00
L-Cisteína	2,50
Panteonato de Cálcio	2,50
Glicina	2,00
Mioinositol	100,00
Sacarose	30.000,00
Agar	6.000,00

(\*) Autores: Prof. Dr. Antonio Natal Gonçalves (ESALQ/USP), Juan Alfonso Rodrigues Ataíde (Florestas Rio Doce), Diva Correia (ESALQ/USP) e Silvia Cristina Vettorazzo (ESALQ/USP).

### 3.2.2.7. Sistema de Propagação "In Vitro" de *Eucalyptus sp*

O sistema de propagação "in vitro" de *Eucalyptus spp* utilizado na Champion é apresentado no quadro 5.

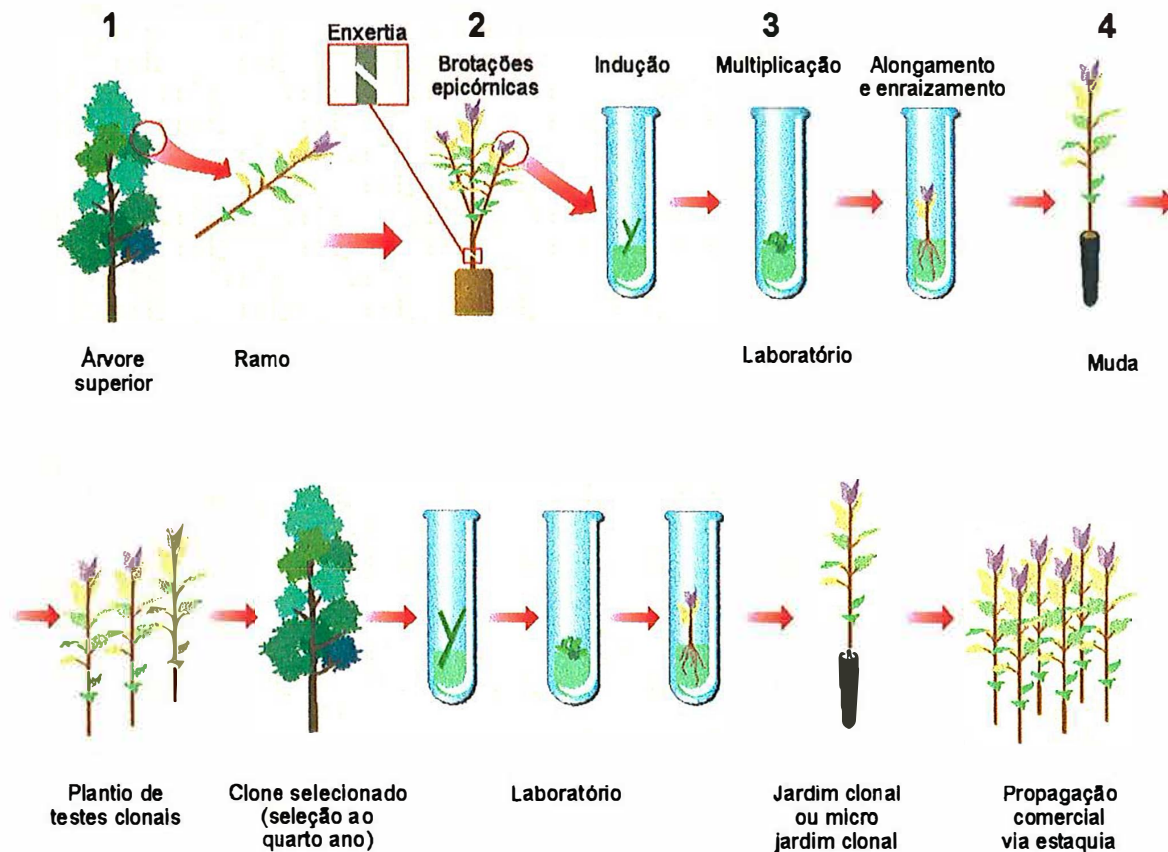
**Quadro 5: Sistema de propagação “in vitro” de *Eucalyptus spp***

Fase	Meios de Cultura	Subcultivos Período (dias)	Crescimento 'in vitro'
Indução	JADS+BAP (*1)	20	Temperatura: 27 ± 1°C
Multiplicação	JADS+BAP (*2)	15	Temperatura: 27 ± 1°C Fotoperíodo: 16h/Luz 8h/Escuro luminância: 1.000Lux
Alongamento de Brotações	JADS+BAP (*3)	20 a 25	Idem Multiplicação
Enraizamento de Brotações	JADS+AIB (*4)	10	Idem Multiplicação

(\*) Concentrações (mg/l): (1 e2) 0,5 (3) 0,1 (4) 0,2

Onde:

- BAP: Benzilaminopurina (citocinina): Promove efeitos de crescimento nas plantas (multiplicação e indução de gemas).
- Indução: formação de calo e gemas acessórias.
- Multiplicação: proliferação de gemas acessórias axilares.



**Figura 16:** Produção de mudas via micropropagação para testes e via estaquia para produção comercial

### 3.2.2.8. Sistema de Transferência e Aclimação das Brotações Enraizadas “In Vitro” para o Viveiro

As brotações enraizadas “in vitro” foram transferidas para o viveiro em caixas tipo “gerbox” com tampas contendo papel toalha umedecido com água deionizada.



Antes do plantio, as raízes maiores que 5 cm foram podadas a essa medida. O plantio foi realizado em tubetes contendo o seguinte substrato: 50% de palha de arroz carbonizada, 30% de vermiculita e 20% de subsolo com adubação de 12 kg de N:P:K (8:17:6) mais 0,5 kg de FTE BR9/m<sup>3</sup>.

O tempo de permanência em casa de vegetação foi de 20 dias, onde a umidade relativa estava acima de 80%, temperatura entre 25 e 28°C e uma irrigação de aproximadamente 12 mm/m<sup>2</sup>/dia. A adubação foi aplicada 5 vezes no período com 0,1g/tubete N:P:K (8:17:6) + 0,01g/tubete FTE BR9/m<sup>3</sup>.

Em seguida, permaneceram 10 dias em casa de sombra sob uma aplicação de 2 vezes da mesma concentração de adubação da casa de vegetação sob uma irrigação à 4 vezes ao dia.

A pleno sol, permaneceram 60 dias sob uma adubação de 0,2g/tubete de N:P:K (8:17:6) + 0,05g/tubete de NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub>. O NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub> foi aplicado, quando necessário, a cada 10 dias.

### **3.2.2.9. Sistema de Avaliação das Mudas no Processo Operacional**

A primeira e a segunda avaliação foram realizadas no 15° e 20° dia após o plantio na casa de sombra e a variável analisada foi sobrevivência. Após a segunda avaliação, realizou-se a alternagem (redução na mesa de mudas no viveiro em 50% das mesmas) e transferiu-se as mudas a pleno sol. A terceira avaliação ocorreu ao 35° dia após o plantio, onde avaliou-se a sobrevivência, vigor da muda e tipo de raiz. A altura ideal da parte aérea para a transferência para o campo foi de 25 a 30 cm.



- (A) - Árvore selecionada  
 (B) - Coleta de brotações  
 (C) - Preparo das estacas  
 (D) - Plantio das estacas  
 (E) - Estacas em casa de vegetação  
 (F) - Estacas em casa de sombra  
 (G) - Estacas a pleno sol  
 (H) - Muda de estaca  
 (I) - Muda de *E. grandis* para enxerto  
 (J) - Enxerto da árvore selecionada

**Figura 17:** Processo de multiplicação do material vegetativo para implantação em laboratório de micropropagação



- |  |   |
|--|---|
| (A) - Coleta do material vegetativo dos enxertos | (G) - Plantio das plântulas                       |
| (B) - Preparo do explante                        | (H) - Casa de vegetação                           |
| (C) - Inoculação do explante                     | (I) - Casa de sombra                              |
| (D) - Multiplicação                              | (J) - Pleno sol                                   |
| (E) - Alongamento                                | (K) - Muda pronta                                 |
| (F) - Enraizamento das das brotações             | (L) - Mudanças encaixotadas para plantio em campo |

**Figura 18:** Processo de multiplicação do material vegetativo no laboratório e viveiro de produção de mudas

### 3.2.3. Práticas Silviculturais Adotadas

O plantio das mudas micropropagadas foi realizado posteriormente ao preparo do solo, dentro dos espaçamentos adotados, discutidos no item 3.2.4.

Em todas as localidades onde foram realizados os testes, o solo foi preparado pelo arado reformador. A adubação foi de 150g de N:P:K (10:20:10) e incorporada durante o preparo do solo. Um ano após o plantio, aplicou-se uma readubação na proporção de 100g N:P:K (10:20:10).

No experimento, foi aplicado às capinas manuais e mecânicas com a finalidade de eliminar-se a competição com ervas daninhas, conforme preconizado pela empresa para plantios comerciais.



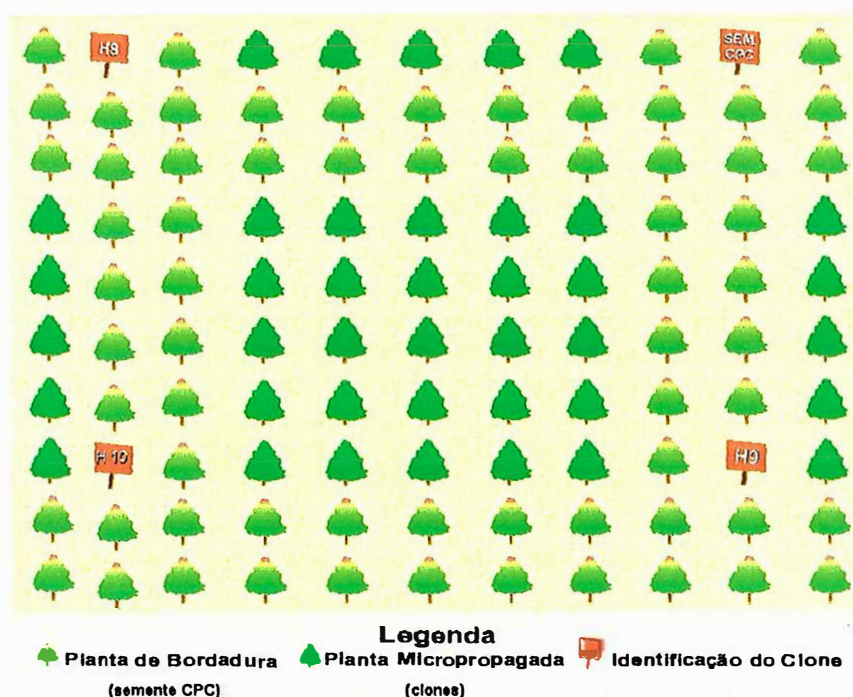
- (A) - Preparo do solo: Detalhe dos camalhões em solos argilosos
- (B) - Preparo do solo: Detalhe da gradagem em solo arenoso
- (C) - Operação de plantio
- (D) - Detalhe seis meses após o plantio

**Figura 19:** Processo de preparo do solo e plantio da rede experimental

### 3.2.4. Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi implantado no esquema de blocos casualizados com 4 repetições e o número de tratamentos foi dependente da obtenção das mudas micropropagadas dos híbridos. Foi deixada bordadura dupla entre clones dentro e entre blocos com mudas provenientes de sementes de *Eucalyptus grandis* com procedência de Mogi Guaçu/SP.

As parcelas foram constituídas por 25 mudas (5x5) plantadas nos espaçamentos 3,0 x 3,0m; 3,0 x 2,5m e 3,0 x 2,0m.



**Figura 20:** Croqui da parcela experimental

### 3.2.5. Localização dos Clones Micropropagados

Os clones micropropagados foram plantados nos municípios de Mogi Guaçu, Brotas e São Simão, todos no Estado de São Paulo (Quadro 6).

**Quadro 6:** Localização da plantação dos clones micropropagados nos hortos

Clones	Locais			
	HMGU (TL 79)	HNSA (TL44)	HS FEA (TL157)	HGRA (TL131)
H1 E. grandis x E. urophylla	-	X	X	-
H2 E. grandis x E. urophylla	-	-	-	X
H3 E. grandis x E. urophylla	X	X	X	-
H4 E. grandis x E. urophylla	X	X	X	-
H5 E. grandis x E. urophylla	X	-	X	-
H6 E. grandis x E. urophylla	-	X	X	X
H7 E. grandis x E. urophylla	X	-	-	X
H8 E. grandis x E. urophylla	X	X	X	X
H9 E. grandis x E. urophylla	X	-	-	-
H10 E. grandis x E. urophylla	X	X	X	X
H11 E. grandis x E. urophylla	X	X	-	-
HM033 E. grandis x E. urophylla	X	X	X	X
Sementes CPC	X	X	X	X
DATA DE PLANTIO	(03/92)	(03/91)	(12/90)	(12/91)

### 3.2.6. Avaliação dos Experimentos

Os experimentos foram analisados aos 12 meses, coletando dados de crescimento em altura. Aos 24, 36 e 48 meses coletaram-se dados de crescimento em altura, D.A.P. e sobrevivência.

Os dados foram coletados para as características de altura e D.A.P. ao nível de plantas individuais na parcela, através de Blume-Leiss para altura e suta diamétrica para a segunda característica. A sobrevivência foi avaliada baseando-se no total de árvores da parcela.

No cálculo do volume, foi utilizada a média aritmética do D.A.P e da altura (H) de cada parcela, sob o seguinte procedimento:

$$V = \frac{\pi (\overline{\text{D.A.P}})^2 \cdot \bar{H}}{4}$$

### 3.2.7. Análise Estatística

Os experimentos com híbridos micropropagados (H1 a H11) de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* foram instalados sob o mesmo delineamento experimental para as características D.A.P., Altura e Índice de Volume. Foram realizadas análises de variância para cada local e análise de variância conjunta para locais e espaçamentos.

#### Análise de Variância para Cada Local

A análise de variância para cada local obedeceu o esquema de blocos ao acaso:

O modelo matemático para esse tipo de análise foi:

$$\bar{Y}_{ij} = m + c_i + b_j + e_{ij}$$

onde:

$\bar{Y}_{ij}$  = média da característica “Y” avaliada no clone “i” e no bloco “j”.

$c_i$  = com  $i = 1, 2, \dots, I$ , é o efeito do clone  $i$ , fixo, e portanto  $\sum_i C_i = 0$

$b_j$  = com  $j = 1, 2, \dots, J$  é o efeito do bloco  $j$ , aleatório, de média zero e variância  $\sigma^2_b$

$e_i$  = é o erro experimental

### Estrutura da Análise de Variância

Fonte de variação	GL	E (Q.M.)	QM	
<b>Blocos</b>	(J-1)	$\sigma^2 + I\sigma_b^2$	$Q_1$	$Q_1 + Q_3$
<b>Clones</b>	(I-1)	$\sigma^2 + J\sigma_c^2$	$Q_2$	$Q_2 + Q_3$
<b>Erro</b>	(I-1)(J-1)	$\sigma^2$	$Q_3$	

onde:

J = número de blocos

I = número de clones

$\sigma^2$  = variância do erro experimental

$\sigma_b^2$  = variância do bloco e

$\sigma_c^2 = \frac{\sum c_i^2}{I-1}$  = variação genética entre clones



## Análise de Variância Conjunta para Locais

O modelo matemático utilizado:

$$\bar{Y}_{ijk} = m + c_i + l_j + (cl)_{ij} + b_{k(j)} + e_{ijk},$$

onde:

$\bar{Y}_{ijk}$  = média de variável 'y' analisada no clone 'i' no bloco 'k' dentro do local 'j'

m = média geral do experimento para a variável estudada

$c_i$  = com  $i = 1$  a  $11$ , é o efeito do clone 'i', fixo, portanto

$\sum_i c_i = 0$ , na média ' $\bar{Y}_{ijk}$ '

$l_j$  = com  $j = 1$  a  $3$ , é o efeito local 'j', aleatório, portanto na média ' $\bar{Y}_{ijk}$ ' de média zero e variância  $\sigma^2L$

$(cl)_{ij}$  = é o efeito aleatório da interação clone 'i' com o local 'j' na média ' $\bar{Y}_{ijk}$ ', de média zero e variância  $\sigma^2cL$

$b_{k(j)}$  = com  $k = 1$  a  $n$ , o efeito do bloco 'k', aleatório, dentro do local 'j' na média ' $\bar{Y}_{ijk}$ ', de média e variância  $\sigma^2b/L$

$e_{ijk}$  = é o erro experimental na média ' $\bar{Y}_{ijk}$ '

### Estrutura da Análise de Variância

Fonte de variação	Gl	E(QM)	QM	F
<b>Bloco/locais</b>	$(k-1).J$	$\sigma^2 + I\sigma_b^2/L$	Q1	Q1/Q5
<b>Locais</b>	$(J-1)$	$\sigma^2 + I\sigma_b^2/L + IK\sigma^2L$	Q2	Q2/Q1
<b>Clones</b>	$(I-1)$	$\sigma^2 + K\sigma^2CL + JK\emptyset_C$	Q3	Q3/Q4
<b>Clones x Locais</b>	$(J-1)(I-1)$	$\sigma^2 + K\sigma^2CL$	Q4	Q4/Q5
<b>Erro</b>	$J.(K-1)(I-1)$	$\sigma^2$	Q5	

Onde:

$K$  = número de blocos

$J$  = número de locais

$I$  = número de clones

$\sigma^2$  = Variância do erro experimental

$\sigma_{cl}^2$  = Variância da interação clone x locais

$$\emptyset_C = \frac{\sum C^2 i}{I-1} = \text{Variação genética entre clones}$$

$\sigma^2L$  = variância do local

$\sigma_b^2/L$  = variância de blocos dentro do local

## Análise de Variância Conjunta para Espaçamento

O modelo matemático, utilizado:

$$\bar{Y}_{ijk} = m + C_i + E_j + (cs)_{ij} + b_k(s) + e_{ijk},$$

onde:

$\bar{Y}_{ijk}$  = média da característica 'y' analisada no clone 'i', no bloco 'k' dentro do espaçamento 'j'

m = média geral do ensaio para a variável estudada

$c_i$  = com  $i = 1$  a  $11$ , é o efeito do clone 'i' fixo, com  $\sum_i c_i = 0$ , na média ' $\bar{Y}_{ijk}$ '

$s_j$  = com  $J = 1$  a  $3$ , é o efeito do espaçamento 'j', fixo, com

$$\sum_j s_j = 0, \text{ na média } \bar{Y}_{ijk}$$

$(cs)_{ij}$  = efeito da interação do clone 'i' com o espaçamento 'j' na média ' $\bar{Y}_{ijk}$ ', com  $\sum_i \sum_j (cs)_{ij} = 0$

$b_k(s)$  = com  $K = 1$  a  $4$ , é o efeito fixo do bloco ' $\bar{K}$ ' dentro do espaçamento 's' na média ' $\bar{Y}_{ijk}$ ', com  $\sum_k b_k(s) = 0$

$e_{ijk}$  = é o erro experimental na média ' $\bar{Y}_{ijk}$ '

### Estrutura da Análise de Variância

Fontes de variação	GL	E(Q.M.)	Q M	F
Blocos/espacamento	$(K - 1) J$	$\sigma^2 + I \phi B/S$	$Q_1$	$Q_1/Q_5$
Espaçamentos	$(J - 1)$	$\sigma^2 + IK \phi S$	$Q_2$	$Q_2/Q_5$
Clones	$(I - 1)$	$\sigma^2 + JK \phi C$	$Q_3$	$Q_3/Q_5$
Clones/espaçamentos	$(J-1)(I-1)$	$\sigma^2 + J \phi CS$	$Q_4$	$Q_4/Q_5$
Erro	$J(K-1)(I-1)$	$\sigma^2$	$Q_5$	

onde:

K = número de blocos

J = números de espaçamentos

I = números de clones

$\sigma^2$  = variância do erro experimental

$$\phi_{cs} = \frac{\sum_{ij} (cs)^2(ij)}{(I-1)(J-1)} = \text{variação da interação clone x espaçamentos}$$

$$\phi_{b/s} = \frac{\sum_k (bk(j))^2}{(K-1)} = \text{variação dos blocos dentro dos espaçamentos}$$

$$\phi_C = \frac{\sum_i c_i^2}{I-1} = \text{Variação genética entre clones}$$

### 3.2.8. Análise da Estabilidade Fenotípica

Existem muitos métodos e proposições para se investigar a estabilidade. De uma maneira geral, a análise da estabilidade fenotípica, além das propriedades que possui, vem sendo utilizada como maneira alternativa de se estudar o fenômeno de interação genótipo x ambiente.

O caracter índice de volume foi relacionado pela regressão, através de médias de tratamentos nos diversos ambientes, por índices caracterizadores de qualidade desses ambientes.

Os clones analisados foram o H8, H10 (micropropagados), HM033 (estaquiado) e a testemunha proveniente de sementes CPC.

Esses materiais foram analisados para os locais: Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu e Horto Nossa Senhora Aparecida), Brotas (Horto Santa Fé) e São Simão (Horto Gramado), mediante as medidas dos blocos da característica índice de volume.

O coeficiente de regressão “b” foi calculado e mediante seus resultados segundo a metodologia estipulada classificou-se os materiais segundo as respostas dos materiais. As condições ambientais aos locais e estado.

Para o cálculo do coeficiente de regressão linear “b” utilizou-se o método de Finlay e Wilkinson (1963):

$$b = \frac{\sum_{j=1}^L Y_{ij} I_j}{\sum_{j=1}^L I_j}$$

onde:

$i = 1$  a 4 materiais (M)

$j = 1$  a 4 locais (L)

$Y_{ij}$  = média do material “i” no local “j”

$I_j$  = índice ambiental, obtido através de:

$$I_j = \frac{\sum_i^M Y_{ij} I_j}{M} - \frac{\sum_i^M \sum_j^L Y_{ij}}{M.L.}$$

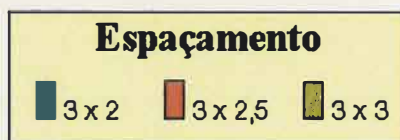
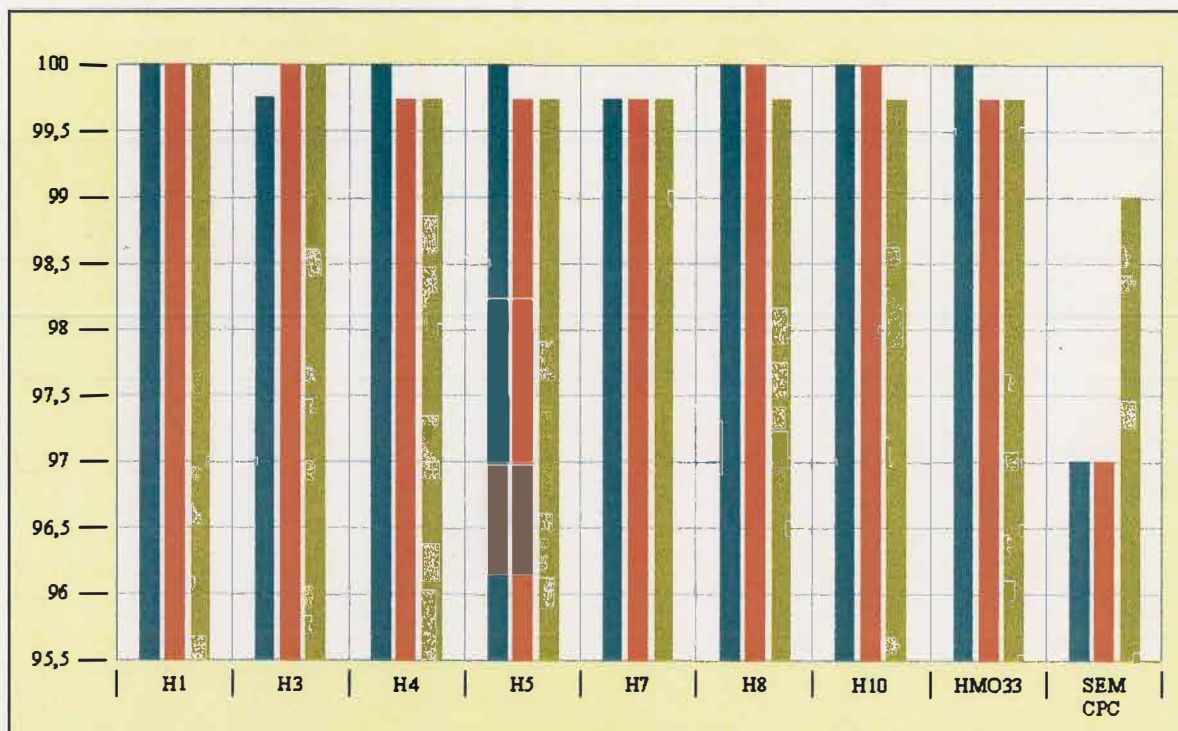
## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Resultados da Análise de sobrevivência**

Considerou-se como clone sobrevivente as árvores que apresentaram características de altura e diâmetro similares, dado teoricamente que clones são árvores idênticas, pois trata-se de um mesmo genótipo

Os resultados da porcentagem média de sobrevivência aos quatro anos de idade para altura e D.A.P. são apresentados nas figuras 21 a 24.

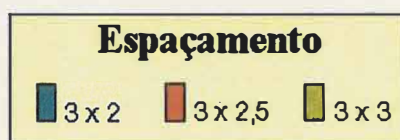
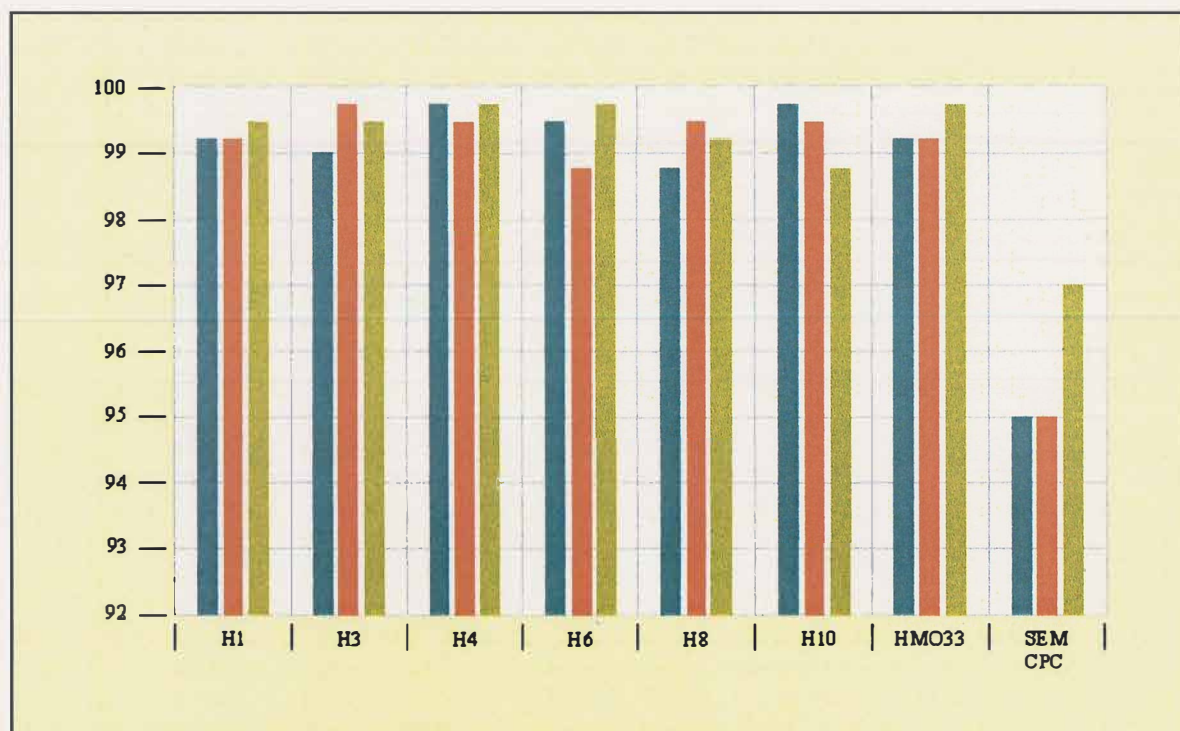
## Sobrevivência



**Figura 21:** Porcentagem de sobrevivência entre os diferentes espaçamentos para o Horto Mogi Guaçu, talhão 79, Mogi Guaçu/SP

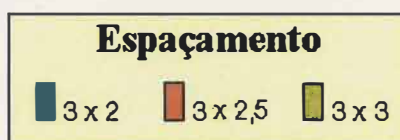
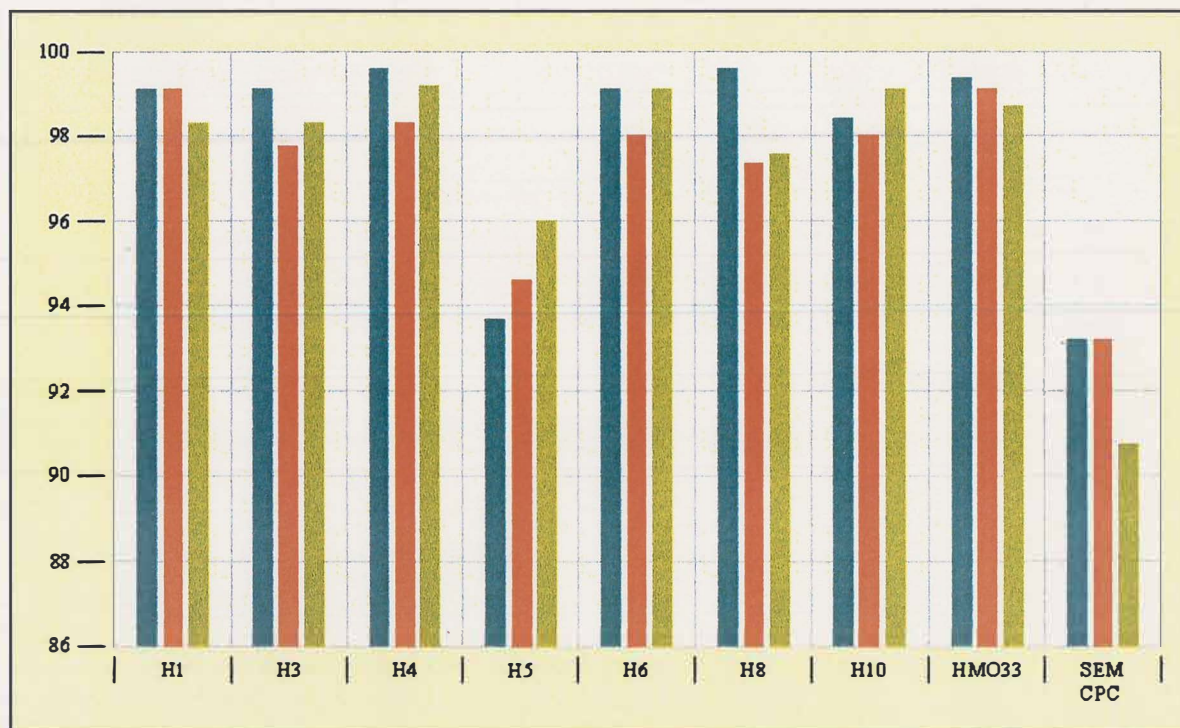


## Sobrevivência



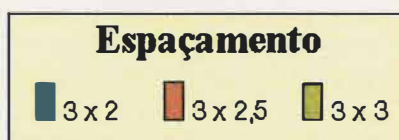
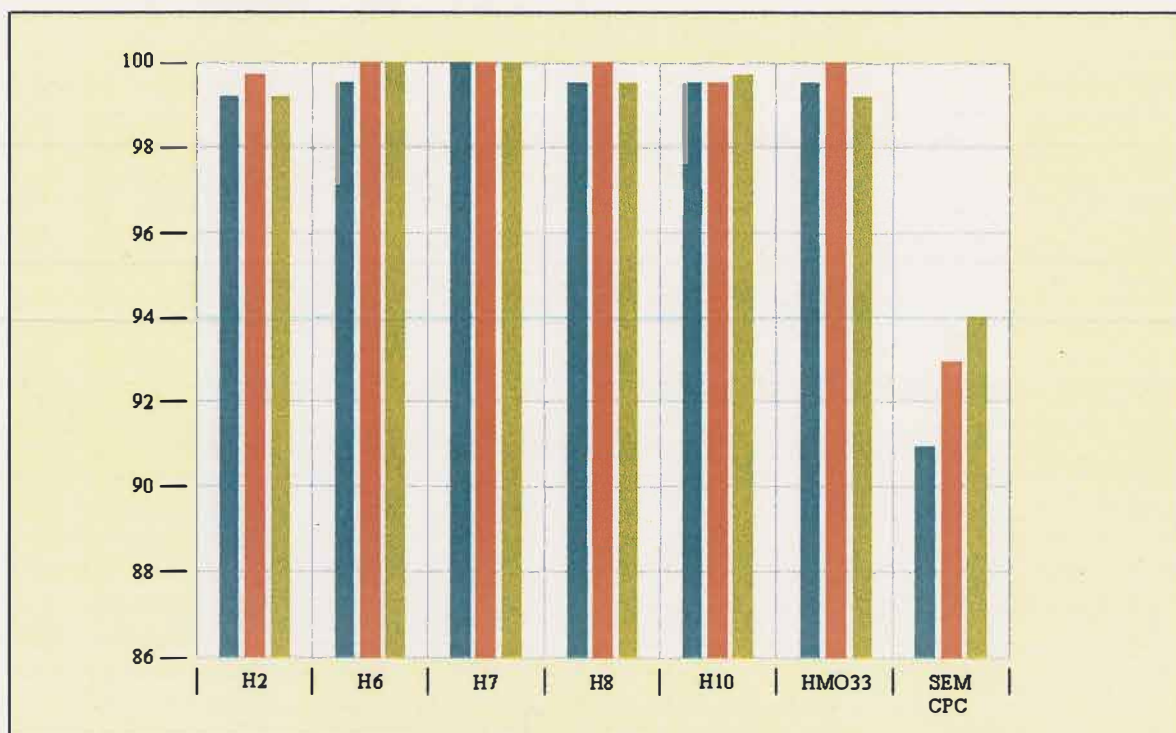
**Figura 22:** Porcentagem de sobrevivência entre os diferentes espaçamentos para o Horto Nossa Senhora Aparecida, talhão 44, Mogi Guaçu/SP

## Sobrevivência



**Figura 23:** Porcentagem de sobrevivência entre os diferentes espaçamentos para o Horto Santa Fé "A", talhão 157, Brotas/SP

## Sobrevivência



**Figura 24:** Porcentagem de sobrevivência entre os diferentes espaçamentos para o Horto Gramado, talhão 131, São Simão/SP

A sobrevivência dos clones micropropagados aos quatro anos de idade apresentou altos índices.

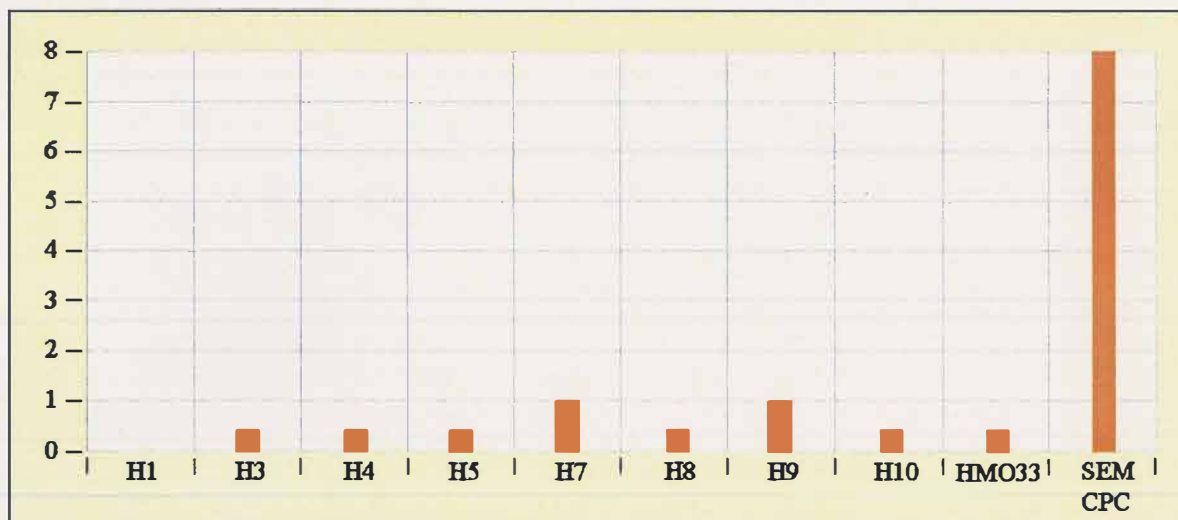
Pode-se observar na tabela 6, quando compara-se as regiões de Mogi Guaçu/SP (solo: latossolo vermelho e amarelo) e região de Brotas/SP e São Simão/SP (solo: areias quartzosas) diferenças significativas dentro dos espaçamentos analisados pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 6:** Médias de sobrevivência dos clones micropropagados dos espaçamentos aos 4 anos

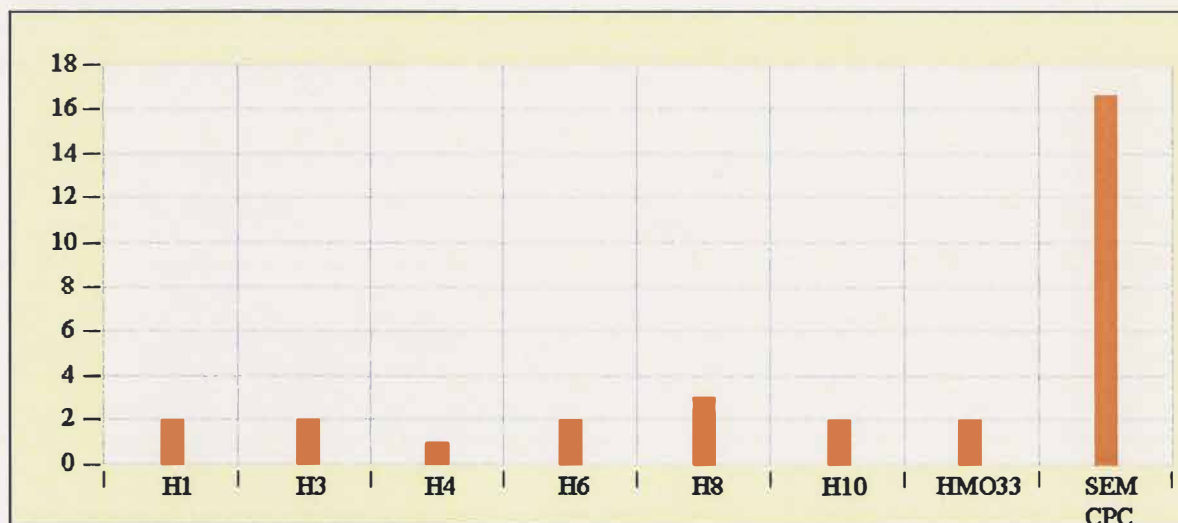
Espaçamentos (m)	LOCALS			
	Mogi Guaçu/SP		Brotas/SP	São Simão
	HMG	HNSA	HSFÉ	HGRA
3,0 x 3,0	26.2 A	26.1 A	26.2 A	20.3 A
3,0 x 2,5	26.5 A	25.6 B	26.5 A	26.5 A
3,0 x 2,0	26.0 A	25.3 B	26.0 A	19.8 B

Tratamentos seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

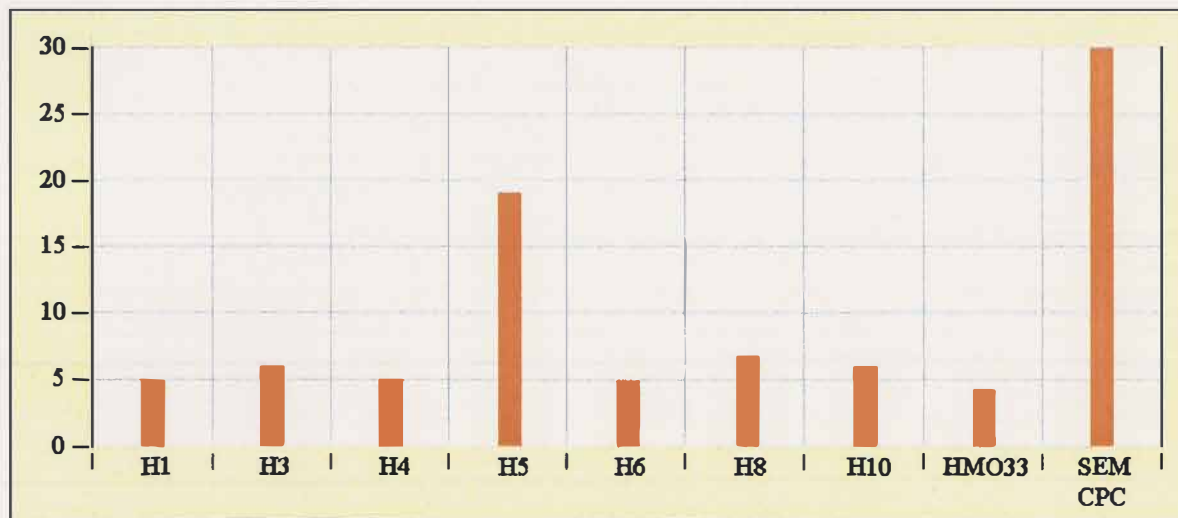
Dentro desses resultados, observa-se que os espaçamentos ampliados para região de São Simão (3,0 x 3,0 m e 3,0 x 2,5 m) apresentam melhores índices de sobrevivência que o 3,0 x 2,0 m. Da mesma forma em que se pode observar no percentual de falhas (figuras 25 a 28 e tabela 7).



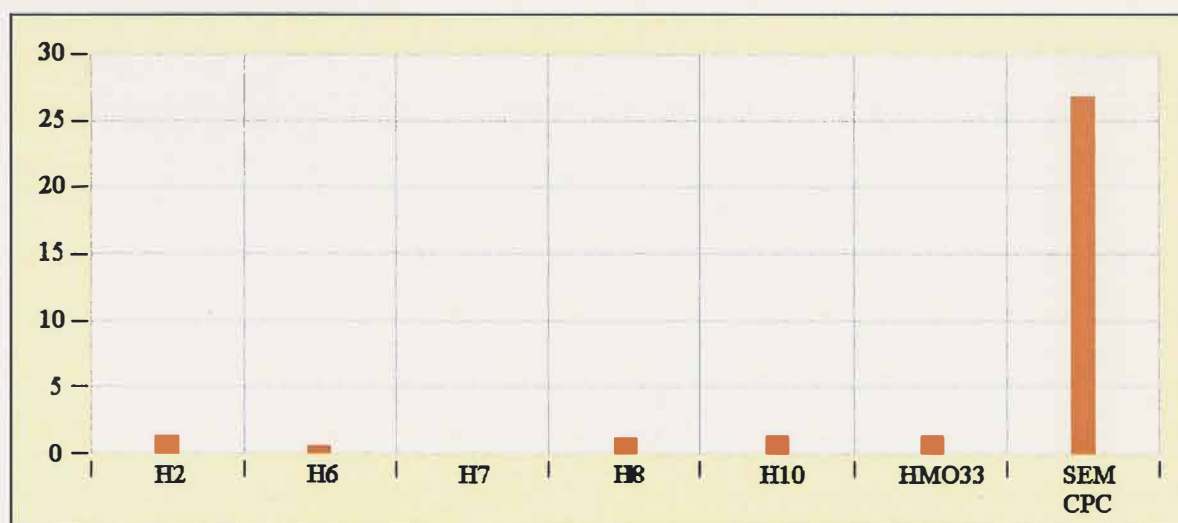
**Figura 25:** Porcentagem de falhas de clones micropropagados, estaquiado e semente CPC dentro dos espaçamentos testados (3,0 x 2,0 m e 3,0 x 3,0 m) no Horto Mogi Guaçu, talhão 79, Mogi Guaçu/SP



**Figura 26:** Porcentagem de falhas de clones micropropagados, estaquiado e semente CPC dentro dos espaçamentos testados (3,0 x 2,0 m, 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m) no Horto Nossa Senhora, talhão 44, Mogi Guaçu/SP



**Figura 27:** Porcentagem de falhas de clones micropropagados, estaquiado e semente CPC dentro dos espaçamentos testados (3,0 x 2,0 m, 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m) no Horto Santa Fé, talhão 157, Brotas/SP



**Figura 28:** Porcentagem de falhas de clones micropropagados, estaquiado e semente CPC dentro dos espaçamentos testados (3,0 x 2,0 m, 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m) no Horto Gramado, talhão 131, São Simão/SP

**Tabela 7:** Porcentagem média de falhas de clones micropropagados aos 4 anos nas regiões de Mogi Guaçu/SP (latossolo vermelho amarelo) e Brotas/SP e São Simão/SP (areias quartzosas)

LOCAIS				
Espaçamentos (m)	Mogi Guaçu/SP		Brotas/SP	São Simão
	HMG	HNSA	HSEÉ	HGRA
3,0 x 3,0	7.6 A	1.6 A	7.5 A	4.4 AB
3,0 x 2,5	7.7 A	2.4 A	8.4 A	4.6 A
3,0 x 2,0	6.5 A	2.6 A	6.6 A	7.4 A

Tratamentos seguidos de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Os resultados apresentados para os clones micropropagados indicam que as porcentagens de falhas foram muito baixas e se aproximam das informações encontradas por Mora (1986) e Bertoloti (1986) para clones estaquiados.

As parcelas com clones micropropagados e um clone estaquiado apresentaram maiores médias de sobrevivência em relação às parcelas propagadas por sementes (figuras 25 a 28) em todos os locais testados.

## 4.2. Análise Individual

### 4.2.1. Análise do Crescimento Individual em Altura para os Locais, Espaçamentos e Idades

As médias do crescimento em altura e os respectivos coeficientes de variação estão nas tabelas 8 a 20.

Os resultados apresentados pelos clones micropropagados demonstram ótimo crescimento em altura, podendo ser comparados com crescimento de clones estaqueados (Campinos e Ikemori, 1983 e Vergara, 1989) e progênies de *Eucalyptus grandis* no Estado de São Paulo (Kageyama, 1980).

Os coeficientes de variação apresentaram-se baixos para todos os locais, espaçamentos e idades de 2º e 4º ano no Horto Mogi Guaçu e Horto Nossa Senhora Aparecida e 3º e 4º ano no Horto Santa Fé e Horto Gramado. Para o Horto Nossa Senhora Aparecida, nos espaçamentos 3,0 x 2,0 m, 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m, houve uma redução com a idade, ao contrário do Horto Mogi Guaçu (2º para o 4º ano) e Horto Gramado (3º para o 4º ano), onde houve um aumento do coeficiente com a idade. No Horto Santa Fé, para os espaçamentos 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 3,0 m, houve redução do coeficiente de variação do 3º para o 4º ano, tendo acréscimo de 0,4% do espaçamento 3,0 x 2,5 m.

**Tabela 8:** Médias gerais dos melhores clones nos espaçamentos testados para a característica altura, nos diferentes locais, ao 4º ano de idade

Espaçamentos (m)	Mogi Guaçu/SP				Brotas/SP		São Simão/SP	
	HMG		LNSA		HSF		HGR	
	clone	média (m)	clone	média (m)	clone	média (m)	clone	média (m)
3,0 x 2,0	H8	22,08	H8	19,40	HM033	19,66	H8	15,59
	H7	21,19	HM033	19,22	H5	19,50	H10	15,19
	HM033	20,87	H10	19,09	H8	19,15	HM033	15,12
	H10	20,60	H11	18,81	H6	18,82	H7	14,88
	SemCPC	17,87	SemCPC	16,81	SemCPC	17,62	SemCPC	13,28
	$\bar{X}$ clones	21,18	$\bar{X}$ clones	19,13	$\bar{X}$ clones	19,28	$\bar{X}$ clones	15,19
3,0 x 2,5	H7	21,63	HM033	19,44	HM033	20,54	HM033	15,53
	H8	21,59	H10	18,60	H5	20,37	H8	15,51
	HM033	21,42	H8	18,59	H8	20,22	H2	15,50
	H5	21,40	H6	18,46	H6	19,95	H7	15,49
	SemCPC	19,11	SemCPC	16,74	SemCPC	18,67	SemCPC	13,36
	X clones	21,51	$\bar{X}$ clones	18,77	$\bar{X}$ clones	20,27	$\bar{X}$ clones	15,50
3,0 x 3,0	H5	22,12	H8	20,19	H10	20,58	H10	16,36
	H8	21,99	H11	20,14	HM033	20,40	H8	16,09
	H7	21,84	HM033	19,93	H4	19,69	HM033	15,98
	HM033	21,74	H10	19,72	H6	19,56	H7	15,92
	SemCPC	19,47	SemCPC	18,43	SemCPC	17,97	SemCPC	14,08
	X clones	21,92	$\bar{X}$ clones	19,99	$\bar{X}$ clones	20,05	$\bar{X}$ clones	16,09



Portanto, os baixos coeficientes de variação experimental obtidos em todos os locais demonstram a eficiência do delineamento estatístico utilizado. Os baixos valores encontrados podem ser explicados pelo controle mais efetivo das variações ambientais, em função da área do experimento e redução dos problemas fisiológicos das mudas em viveiros, minimizando efetivamente o erro experimental.

A maior altura dos ensaios nos três locais foi atingida pelo clone H7, com 21.63 m, no Horto Mogi Guaçu, no espaçamento 3,0 x 2,5 m. O clone H8 apresentou, para a maioria dos locais, um bom desempenho em altura. Alguns clones, como por exemplo o H5, melhoraram seu desempenho em altura à medida que o espaçamento foi aumentado. Para o espaçamento 3,0 x 2,0 m obteve-se a sétima colocação, no 3,0 x 2,5 m a quarta colocação e para 3,0 x 3,0 m a primeira colocação, quando analisada a condição do Horto Mogi Guaçu. Na mesma condição, o clone HM033 manteve-se estável para as condições de espaçamento, e para o Horto Santa Fé, em Brotas, foi um dos melhores resultados.

Pode-se visualizar pela Tabela 8, a colocação dos clones referente às médias de altura, e diferenciada nos locais e espaçamentos para o 4º ano. Quando se analisa as tabelas de 9 a 20, à idade de dois anos, verifica-se que os grupos de clones são diferentes de quando se analisa somente no 4º ano. As considerações enfatizadas acima foram verificadas por Mora (1986).

A testemunha de Sementes CPC utilizada nos ensaios demonstrou-se favorável à abertura dos espaçamentos no Horto Mogi Guaçu e Horto Gramado. Para o Horto Nossa Senhora Aparecida apresentou-se um decréscimo em altura de 7 cm, quando verificado o espaçamento 3,0 x 2,5 m, mas obteve-se um acréscimo de 1,62 m no espaçamento 3,0 x 3,0 m.

Os clones reagem positiva ou negativamente em altura nos diversos ensaios, dentro dos locais testados. Kageyama (1980) demonstrou que a resposta das árvores, com o aumento do espaçamento é diferente para

as diversas espécies, havendo as que respondem positiva e até negativamente ao aumento do espaçamento.

Os resultados da análise de variância e comparação de médias pelo Teste de Tukey, nas diferentes idades, espaçamentos e locais estão nas tabelas de 9 a 20.

**Tabela 9:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones no Horto Mogi Guaçu (Talhão 79) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

Altura (m)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	1.62	4.06**	4.56	3.19**	
Clones (*)	13	1.34	3.36**	5.63	3.94*	
Erro	39					
			cv % = 4.56	cv % = 6.07		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H8	14.76	A	H8	22.08	A
	H7	14.61	A	H7	21.19	AB
	H1	14.28	AB	HM033	20.87	ABC
	HM033	14.23	AB	H10	20.60	ABC
	H10	14.20	AB	H11	20.35	ABC
	H4	14.08	AB	H9	19.90	ABC
	H5	14.07	AB	H5	19.71	ABC
	H3	13.82	AB	H1	19.43	ABC
	H9	13.37	AB	H3	18.58	BC
	H11	13.18	AB	H4	18.04	C
	SemCPC	12.79	B	SemCPC	17.87	C
			<b>Delta = 1.59</b>	<b>Delta = 3.03</b>		

(\*) Número analisado = 13; dados na tabela = 11

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 10:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones no Horto Mogi Guaçu (Talhão 79) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

Altura (m)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	1.10	4.55**	5.33	6.66**	
Clones (*)	13	2.41	9.98**	5.75	7.18**	
Erro	39					
			cv.% = 4.40	cv.% = 3.52		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	15.01	A	H7	21.63	A	
H8	14.85	A	H8	21.99	A	
H7	14.55	ABC	HM033	21.42	AB	
H1	14.51	ABCD	H5	21.40	AB	
H10	14.49	ABCD	H10	21.28	ABC	
HM033	14.09	BCDE	H1	21.22	ABC	
H3	14.03	BCDE	H9	20.33	ABC	
H4	13.55	BCDEF	H11	19.99	ABC	
H11	13.40	CDEF	H3	19.21	BCD	
SemCPC	13.06	EF	SemCPC	19.11	CD	
H9	12.55	F	H4	17.57	D	
<b>Delta = 1.24</b>			<b>Delta = 2.26</b>			

(\*) Número analisado = 13; dados na tabela = 11

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 11:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones no Horto Mogi Guaçu (Talhão 79) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

Altura (m)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	3.78	11.56**	1.87	2.32	n.s
Clones (*)	13	1.95	5.97**	4.56	5.63**	
Erro	39					
			cv % = 4.02	cv % = 4.33		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H5	15.24	A	H5	22.12	A
	H1	15.08	A	H8	21.99	A
	H7	14.75	A	H7	21.84	AB
	H10	14.73	A	HM033	21.74	ABC
	H8	14.50	AB	H10	21.65	ABC
	H3	14.49	AB	H1	21.28	ABC
	H4	14.23	AB	H9	20.66	ABCD
	HM033	13.80	AB	H11	20.52	ABCD
	H9	13.27	B	H3	19.67	BCD
	SemCPC	13.25	B	SemCPC	19.47	CD
	H11	13.10	B	H4	18.51	D
			Delta = 1.44	Delta = 2.27		

(\*) Número analisado = 13; dados na tabela = 11

**Tabela 12:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (Talhão 44) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

Altura (m)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	2.82	6.91**	4.52	15.84**	
Clones (*)	9	0.95	2.34*	5.25	18.38**	
Erro	27					
			cv % = 5.13	cv % = 2.69		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H8	13.10	A	H8	19.40	A
	H11	12.84	AB	HM033	19.22	AB
	H1	12.76	AB	H10	19.09	ABC
	H10	12.67	AB	H11	18.81	ABC
	HM033	12.45	AB	H6	18.05	BCD
	H3	12.21	AB	H1	17.94	BCDE
	H6	12.19	AB	SemCPC	16.81	DEF
	SemCPC	11.97	AB	H4	16.73	EF
	H4	11.46	B	H3	16.14	F
			Delta = 1.55	Delta = 1.30		

(\*) Número analisado = 13; dados na tabela = 11

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 13:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (Talhão 44) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

Altura (m)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	2.50	11.66**	9.78	33.82**	
Clones (*)	9	1.19	5.58**	3.17	11.33**	
Erro	27					
			cv.% = 3.72	cv.% = 2.99		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H8	13.00	A	HM033	19.44	A
	H1	12.86	A	H10	18.60	AB
	HM033	12.60	A	H8	18.59	AB
	H6	12.58	A	H6	18.46	AB
	H10	12.57	A	H1	18.17	AB
	H11	12.43	A	H11	18.07	B
	H3	12.27	A	H4	17.35	BCD
	H4	11.94	AB	SemCPC	16.74	CD
	SemCPC	11.15	B	H3	16.46	D
			<b>Delta = 1.12</b>	<b>Delta = 1.30</b>		

(\*) Número analisado = 10; dados na tabela = 9

**Tabela 14:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (Talhão 44) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

Altura (m)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	0.35	1.94 n.s	4.64	13.66**	
Clones (*)	9	0.96	5.29**	4.96	14.58**	
Erro	27					
			cv.% = 3.42	cv.% = 3.10		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H8	13.10	A	H8	20.19	A
	H11	13.03	A	H11	20.14	A
	H10	12.86	AB	HM033	19.93	A
	HM033	12.63	ABC	H10	19.72	AB
	H1	12.46	ABC	SemCPC	18.43	BC
	H3	12.35	ABC	H1	18.20	C
	SemCPC	11.91	BC	H6	18.01	C
	H4	11.81	C	H4	17.66	C
	H6	11.89	C	H3	17.14	C
			<b>Delta = 1.03</b>	<b>Delta = 1.41</b>		

(\*) Número analisado = 10; dados na tabela = 9

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 15:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones do Horto Santa Fé “A” (Talhão 157) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

Altura (m)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	0.75	0.70 n.s.	0.91	1.76 n.s.	
Clones	8	1.92	3.78**	2.30	4.46**	
Erro	24					
			cv % = 4.39	cv % = 3.86		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	17.22	A	HM033	19.66	A	
H10	16.79	A	H5	19.50	A	
HM033	16.61	A	H8	19.15	AB	
H8	16.31	AB	H6	18.82	AB	
H6	16.19	AB	H10	18.67	AB	
H1	16.18	AB	H1	18.31	AB	
H3	16.01	AB	H4	18.04	AB	
H4	15.87	AB	H3	17.63	B	
SemCPC	14.74	B	SemCPC	17.62	B	
<b>Delta = 1.71</b>			<b>Delta = 1.72</b>			

**Tabela 16:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones do Horto Santa Fé “A” (Talhão 157) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

Altura (m)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	11.20	38.54**	18.84	35.42**	
Clones	8	1.75	6.03**	2.57	4.95**	
Erro	24					
			cv % = 3.25	cv % = 3.69		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	17.69	A	HM033	20.54	A	
H8	17.32	AB	H5	20.37	AB	
HM033	17.10	ABC	H8	20.22	AB	
H6	16.63	ABC	H6	19.95	ABC	
H10	16.47	ABC	H10	19.48	ABC	
H4	16.08	BC	H4	19.11	ABC	
H1	15.98	C	H1	19.07	ABC	
H3	15.96	C	SemCPC	18.67	BC	
SemCPC	14.91	C	H3	18.25	C	
<b>Delta = 1.29</b>			<b>Delta = 1.73</b>			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 17:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones do Horto Santa Fé “A” (Talhão 157) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

Altura (m)						
Fonte de variação	GL	2º Ano			4º Ano	
		QM	F	QM	F	
Blocos	3	9.56	13.87**	10.91	17.13**	
Clones	8	1.15	1.67 n.s.	2.95	4.64**	
Erro	24					
		cv % = 5.06			cv % = 4.14	
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H10	17.15	A	H10	20.58	A	
H3	17.01	A	HM033	20.40	AB	
HM033	16.37	A	H4	19.69	ABC	
H4	16.60	A	H6	19.56	ABC	
H1	16.35	A	H1	19.13	ABC	
H6	16.34	A	H3	18.81	ABC	
H5	15.95	A	H8	18.69	ABC	
SemCPC	15.71	A	H5	18.62	BC	
H8	15.70	A	SemCPC	17.97	C	
Delta = 1.99			Delta = 1.91			

**Tabela 18:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones do Horto Gramado (Talhão 131) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

Altura (m)						
Fonte de variação	GL	3º Ano			4º Ano	
		QM	F	QM	F	
Blocos	3	1.91	16.56	1.23	6.71	
Clones	6	1.66	14.34**	2.80	15.26**	
Erro	18					
		cv % = 2.59			cv % = 2.97	
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	13.89	A	H8	15.59	A	
H10	13.80	A	H10	15.19	AB	
HM033	13.49	AB	HM033	15.12	AB	
H7	13.20	ABC	H10	14.88	ABC	
H2	13.95	BCD	H2	14.41	BCD	
H6	12.45	CD	H6	13.71	DE	
SemCPC	12.16	D	SemCPC	13.28	E	
Delta = 0.79			Delta = 1.03			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 19:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones no Horto Gramado (Talhão 131) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

Altura (m)						
		3º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	1.37	4.83**	4.45	11.29**	
Clones	6	1.39	4.90**	2.74	6.95**	
Erro	18					
			cv.% = 3.97	cv.% = 4.22		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H8	13.96	A	HM033	15.53	A
	HM033	13.74	A	H8	15.51	A
	H2	13.73	A	H2	15.50	A
	H7	13.56	A	H7	15.49	A
	H10	13.49	A	H10	15.12	A
	H6	13.45	A	H6	14.64	B
	SemCPC	12.16	B	SemCPC	13.36	B
			Delta = 1.24	Delta = 1.54		

**Tabela 20:** Análise da variância individual para a característica Altura (m) dos clones do Horto Gramado (Talhão 131) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

Altura (m)						
		3º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	0.73	4.66*	1.54	4.44*	
Clones	6	2.16	13.70**	2.90	8.34**	
Erro	18					
			cv.% = 2.93	cv.% = 3.84		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H10	14.14	A	H10	16.36	A
	H8	14.09	A	H8	16.09	AB
	H7	14.03	AB	HM033	15.98	AB
	HM033	13.91	AB	H7	15.92	AB
	H6	13.50	AB	H6	15.50	ABC
	H2	13.11	B	H2	15.23	ABC
	SemCPC	12.12	C	SemCPC	14.08	C
			Delta = 0.92	Delta = 1.42		

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).



#### **4.2.2. Análise do Crescimento Individual em D.A.P para os Locais, Espaçamentos e Idades**

O crescimento em D.A.P., da mesma forma que a altura, apresentou-se ótimo quanto à idade, espaçamento e locais (tabelas 22 a 33).

Os baixos coeficientes de variação experimental obtidos em todos os locais, espaçamentos e idades demonstram a eficiência do delineamento estatístico utilizado. Os valores podem ser explicados pelo controle efetivo das variações ambientais e pela utilização clones; de acordo com Shelbourne e Campbell (1976), a utilização de clones aumenta a precisão do experimento, uma vez que a variação genética dentro deste é pequena. Bertoloti (1986) apresenta que baixos coeficientes de variação encontrados na análise de variância mostram que existe bastante homogeneidade entre árvores, dentro do ensaio.

Já no segundo ano, pode-se observar o efeito local no crescimento em D.A.P. da mesma forma quando se analisa o aumento do espaçamento. O aumento do D.A.P., em função do espaçamento, foi citado por Baloni (1983), onde demonstra que, em média, o espaçamento tem maior influência do que a altura das árvores.

Para os clones testados, em todas as idades e situações, exceto para o Horto Santa Fé, Brotas, no 2<sup>o</sup> ano, foram detectadas diferenças significativas, ao nível de 1 % de significância pelo teste de Tukey.

Analisando-se as médias de D.A.P. nos três locais, idades e espaçamentos, os clones que se destacaram foram:

- Espaçamento 3,0 x 2,0 m - H7, H8, H10, H11, H5 (micropropagados), HM033 (estaquiado).

- Espaçamento 3,0 x 2,5 m - H5, H7, H8, H10, H11, e H6 (micropropagados), HM033 (estaquiado).

- Espaçamento 3,0 x 2,0 m - H5, H8, H1, H11, H10, H4 e H7 (micropropagados), HM033 (estaquiado).

O clone H5, para o Horto Mogi Guaçu, melhorou seu desempenho à medida que se ampliou seu espaçamento. Sua melhor performance foi no espaçamento 3,0 x 3,0 m. Pode-se verificar, na tabela 21, o desempenho crescente dos valores médios de D.A.P. à medida em que os espaçamentos foram ampliados para todos os locais.

**Tabela 21:** Médias gerais dos melhores clones nos espaçamentos testados para a característica D.A.P., nos diferentes locais, ao 4º ano de idade.

Espaçamentos (m)	Mogi Guaçu/SP				Brotas/SP		São Simão/SP	
	HMG		HNSA		HSEI		HGR	
	clone	média (m)	clone	média (m)	clone	média (m)	clone	média (m)
3,0 x 2,0	H8	12.70	H8	12.00	HM033	13.39	H8	11.65
	H7	12.32	HM033	11.80	H5	13.37	H10	11.33
	H10	11.85	H11	11.65	H4	12.66	HM033	11.09
	HM033	11.82	H10	11.54	H8	12.57	H10	10.95
	SemCPC	10.24	SemCPC	11.15	SemCPC	11.86	SemCPC	10.29
	$\bar{X}$ clones	12.17	$\bar{X}$ clones	11.77	$\bar{X}$ clones	12.99	$\bar{X}$ clones	11.25
3,0 x 2,5	H5	13.60	HM033	12.54	H5	14.81	H8	12.39
	H8	13.51	H8	12.08	HM033	14.33	H7	12.00
	H7	13.30	H11	12.00	H8	14.19	H10	11.79
	HM033	12.63	H6	11.81	H4	13.78	HM033	11.73
	SemCPC	11.71	SemCPC	11.49	SemCPC	13.28	SemCPC	10.78
	$\bar{X}$ clones	13.26	$\bar{X}$ clones	12.10	$\bar{X}$ clones	14.27	$\bar{X}$ clones	11.97
3,0 x 3,0	H5	14.93	H11	13.20	H10	15.19	H10	12.66
	H8	14.54	H8	13.39	H4	14.07	H8	12.51
	H1	14.41	HM033	13.12	HM033	14.80	H7	12.41
	HM033	13.39	H10	12.89	H1	13.74	HM033	12.33
	SemCPC	12.15	SemCPC	12.47	SemCPC	13.29	SemCPC	11.19
	$\bar{X}$ clones	14.31	$\bar{X}$ clones	13.20	$\bar{X}$ clones	14.70	$\bar{X}$ clones	12.47

**Tabela 22:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones do Horto Mogi Guaçu (Talhão 79) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	0.37	1.33 n.s.	1.18	3.10 n.s.	
Clone (*)	13	0.72	2.58*	1.80	4.72**	
Erro	39					
			cv % = 5.83	cv % = 5.42		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	9.73	A	H8	12.70	A	
H7	9.69	AB	H7	12.32	A	
H10	9.42	AB	H10	11.85	AB	
H4	9.41	AB	HM033	11.82	AB	
H3	9.19	AB	H5	11.74	ABC	
HM033	9.15	AB	H11	11.68	ABC	
H5	9.14	AB	H1	11.46	ABC	
H1	9.02	AB	H4	11.31	ABC	
H9	8.77	AB	H9	11.29	ABC	
H11	8.66	AB	H3	10.57	BC	
SemCPC	8.37	B	SemCPC	10.24	C	
<b>Delta = 1.33</b>			<b>Delta = 1.57</b>			

(\*) Número analisado = 13; dados na tabela = 11

**Tabela 23:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones do Horto Mogi Guaçu (Talhão 79) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	0.26	1.22 n.s.	0.35	1.08 n.s.	
Clone (*)	13	0.88	4.04**	1.86	5.71**	
Erro	39					
			cv % = 4.33	cv % = 4.55		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	10.41	A	H5	13.60	A	
H8	10.40	AB	H8	13.51	AB	
H10	10.28	AB	H7	13.30	ABC	
H7	10.27	AB	H10	13.18	ABCD	
H1	10.18	AB	H1	13.07	ABCDE	
H3	9.98	AB	HM033	12.63	ABCDE	
HM033	9.75	AB	H9	12.38	ABCDE	
H4	9.67	AB	H11	12.12	BCDE	
H9	9.60	AB	H3	11.90	CDE	
H11	9.25	AB	H4	11.75	DE	
SemCPC	9.22	B	SemCPC	11.71	E	
<b>Delta = 1.17</b>			<b>Delta = 1.44</b>			

(\*) Número analisado = 13; dados na tabela = 11

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 24:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones do Horto Mogi Guaçu (Talhão 79) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	0.97	6.99**	1.68	5.00*	
Clone (*)	13	0.87	6.26**	2.24	6.68**	
Erro	39					
			cv. % = 3.51	cv. % = 4.62		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	11.52	A	H5	14.93	A	
H1	11.01	AB	H8	14.54	AB	
H10	10.96	AB	H1	14.41	AB	
H8	10.95	AB	H10	14.15	ABC	
H10	10.94	AB	H7	14.14	ABC	
H3	10.69	ABC	H9	13.47	ABCD	
H4	10.68	ABC	HM033	13.39	BCD	
H9	10.38	BC	H11	13.32	BCD	
H11	10.17	BC	H4	13.18	BCD	
HM033	10.08	BC	H3	12.71	CD	
SemCPC	9.85	C	SemCPC	12.25	D	
<b>Delta = 0.94</b>			<b>Delta = 1.46</b>			

(\*) Número analisado = 13; dados na tabela = 11

**Tabela 25:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones do Horto Nossa Senhora Aparecida (Talhão 44) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	1.27	3.03*	2.20	15.53**	
Clone (*)	9	0.56	1.34 n.s.	1.50	10.62**	
Erro	27					
			cv. % = 7.40	cv. % = 3.37		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H3	9.50	A	H8	12.00	A	
H8	9.09	A	HM033	11.80	AB	
H11	8.94	A	H11	11.65	ABC	
HM033	8.80	A	H10	11.54	ABC	
H10	8.69	A	SemCPC	11.15	ABCD	
H6	8.68	A	H6	10.99	BCD	
H1	8.65	A	H1	10.98	BCD	
SemCPC	8.39	A	H4	10.51	DE	
H4	8.12	A	H3	10.01	E	
<b>Delta = 1.57</b>			<b>Delta = 0.91</b>			

(\*) Número analisado = 10; dados na tabela = 9

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 26:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (Talhão 44) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	1.45	9.60**	2.84	17.27**	
Clone (*)	9	0.76	5.07**	0.82	5.04**	
Erro	27					
			cv.% = 4.34	cv.% = 3.45		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H1	9.60	A	HM033	12.54	A	
H8	9.42	A	H8	12.08	AB	
HM033	9.25	AB	H11	12.00	AB	
H11	9.17	AB	H1	11.87	AB	
H6	9.12	ABC	H6	11.81	AB	
H10	8.92	ABC	H10	11.69	ABC	
H4	8.73	ABC	H4	11.59	ABC	
H3	8.37	BC	SemCPC	11.49	BC	
SemCPC	8.22	C	H3	10.78	C	
<b>Delta = 0.94</b>			<b>Delta = 0.98</b>			

(\*) Número analisado = 10; dados na tabela = 9

**Tabela 27:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (Talhão 44) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	0.42	3.81*	0.87	3.82*	
Clone (*)	9	0.67	6.03**	1.49	6.55**	
Erro	27					
			cv.% = 3.43	cv.% = 3.80		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H11	10.39	A	H11	13.40	A	
H8	10.31	A	H8	13.39	A	
H10	10.01	AB	HM033	13.12	AB	
HM033	9.97	AB	H10	12.89	ABC	
SemCPC	9.47	B	SemCPC	12.47	ABCD	
H3	9.45	B	H4	12.20	BCD	
H6	9.42	B	H1	12.16	BCD	
H1	9.33	B	H6	11.88	CD	
H4	9.28	B	H3	11.71	D	
<b>Delta = 0.81</b>			<b>Delta = 1.16</b>			

(\*) Número analisado = 10; dados na tabela = 9

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 28:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones no Horto Santa Fé “A” (Talhão 157) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	2.22	3.68*	0.36	0.88 n.s.	
Clone	8	1.42	2.35*	2.26	5.52**	
Erro	24					
			cv % = 6.89	cv % = 5.17		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	12.04	A	HM033	13.39	A	
HM033	11.77	A	H5	13.37	AB	
H6	11.64	A	H4	12.66	AB	
H10	11.56	A	H8	12.57	AB	
H4	11.43	A	H10	12.32	ABC	
H8	11.37	A	H6	12.30	ABC	
H3	10.77	A	SemCPC	11.86	ABC	
H1	10.65	A	H1	11.85	BC	
SemCPC	10.21	A	H3	11.02	C	
Delta = 1.86			Delta = 1.53			

**Tabela 29:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones no Horto Santa Fé “A” (Talhão 157) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	4.85	12.09**	8.79	16.38**	
Clone	8	1.37	3.41**	2.24	4.27**	
Erro	24					
			cv % = 5.52	cv % = 5.32		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	13.28	A	H5	14.81	A	
H8	12.57	AB	HM033	14.33	AB	
HM033	12.54	AB	H8	14.19	AB	
H4	12.30	AB	H4	13.78	ABC	
H6	11.85	AB	H6	13.48	ABC	
SemCPC	11.81	AB	H10	13.29	ABC	
H10	11.79	AB	SemCPC	13.28	ABC	
H1	11.58	B	H1	12.94	BC	
H3	11.47	B	H3	12.39	C	
Delta = 1.52			Delta = 1.74			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 30:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones no Horto Santa Fé “A” (Talhão 157) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	4.13	9.60**	2.74	4.58**	
Clone	8	0.76	1.78 n.s.	2.66	4.45*	
Erro	24					
			cv % = 5.34	cv % = 5.54		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	HM033	12.97	A	H10	15.19	A
	H10	12.78	A	H4	15.07	AB
	H4	12.71	A	HM033	14.80	ABC
	H1	12.19	A	H1	13.74	ABC
	H5	12.17	A	H5	13.57	ABC
	H3	12.08	A	H8	13.45	ABC
	H6	12.04	A	H6	13.41	ABC
	SemCPC	11.86	A	SemCPC	13.29	BC
	H8	11.72	A	H3	13.06	C
			Delta = 1.57	Delta = 1.86		

**Tabela 31:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones no Horto Gramado (Talhão 131) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	1.45	3.21*	1.08	7.75**	
Clone	6	0.83	1.86 n.s.	0.91	6.53**	
Erro	18					
			cv % = 6.88	cv % = 3.44		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H8	10.35	A	H8	11.65	A
	H2	10.11	A	H10	11.33	AB
	H10	10.03	A	HM033	11.09	ABC
	HM033	9.80	A	H7	10.95	ABC
	H7	9.69	A	H2	10.48	BC
	H6	9.26	A	H6	10.43	BC
	SemCPC	9.09	A	SemCPC	10.29	C
			Delta = 1.57	Delta = 0.89		

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 32:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones no Horto Gramado (Talhão 131) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	0.32	1.80 n.s.	0.25	1.36 n.s.	
Clone	6	0.71	3.97*	0.87	4.24**	
Erro	18					
			cv % = 4.12	cv % = 3.69		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	10.83	A	H8	12.39	A	
H7	10.63	A	H7	12.00	A	
H10	10.37	AB	H10	11.78	AB	
HM033	10.28	AB	HM033	11.73	AB	
H2	10.19	AB	H6	11.62	AB	
H6	10.09	AB	H2	11.61	AB	
SemCPC	9.51	B	SemCPC	10.78	B	
<b>Delta = 0.99</b>			<b>Delta = 1.06</b>			

**Tabela 33:** Análise da variância individual para a característica D.A.P. (cm) dos clones no Horto Gramado (Talhão 131) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

D.A.P. (cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Bloco	3	0.33	1.84 n.s.	1.33	5.25**	
Clone	6	1.25	6.91**	1.21	4.77	
Erro	18					
			cv % = 4.02	cv % = 4.21		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H10	11.20	A	H10	12.66	A	
H8	11.09	A	H8	12.51	AB	
H7	11.00	AB	H7	12.41	ABC	
HM033	10.76	AB	HM033	12.33	ABC	
H6	10.43	ABC	H6	11.74	ABC	
H2	10.02	BC	H2	11.41	BC	
SemCPC	9.74	C	SemCPC	11.19	C	
<b>Delta = 0.99</b>			<b>Delta = 1.21</b>			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).



### 4.2.3. Análise Individual do Índice de Volume para os Locais, Espaçamentos e Idades

Os resultados apresentados pelos clones micropropagados demonstram o crescimento vigoroso e quando comparado às sementes CPC, em alguns casos como no Horto Santa Fé e Horto Gramado, a produtividade atinge um volume de mais de 100%. No primeiro caso, espaçamento 3,0 x 3,0 m e no segundo em 3,0 x 2,5 m.

Os resultados para volume contrariam os encontrados por Vergara (1986), onde apresenta que as parcelas de sementes foram superiores aos clones nos estágios iniciais. No trabalho com clones micropropagados, estes foram superiores já no 2º ano para o Horto Mogi Guaçu e Horto Nossa Senhora Aparecida e no 3º ano para o Horto Santa Fé “A” e Horto Gramado.

Os coeficientes de variação apresentaram ótimos valores para a característica estudada, variando de 7,03 % a 18,20% aos 4 anos de idade e possuindo uma média igual de 12,60 % para todos os locais, idades e espaçamentos.

A tabela 34 apresenta os melhores clones nos espaçamentos testados para médias de Índice de Volume ( $m^3/ha/4^o$  ano). As médias constatadas para os clones micropropagados (H8, H7, H10, H11, H5, H6, H2 e H1) apresentaram-se semelhantes ao desempenho do clone HM033 estaquiado . Esses resultados assemelham-se aos apresentados por Campinhos e Kemori (1983) que aos 3,5 anos foi de 191,4  $m^3/ha$  e Mora (1986) onde os valores de índice de volume variaram para Entre Rios no espaçamento 3,0 x 2,0 m de 110,9 a 242,9  $m^3/ha$ .

**Tabela 34:** Médias gerais dos melhores clones nos espaçamentos testados para a característica Índice de Volume nos diferentes locais ao 4º ano de idade.

Espaçamentos	Mogi Guaçu/SP				Brotas/SP		São Simão/SP	
	HMG		HNSA		HSEI		HGR	
3,0 x 2,0	H8	226.64	H8	164.17	HM033	204.98	H8	92.20
	H7	213.13	HM033	155.21	H8	181.82	H10	83.67
	HM033	193.16	H10	158.47	H4	169.78	HM033	81.45
	H10	191.17	H11	145.10	H6	166.90	H7	80.48
	SemCPC	115.24	SemCPC	110.91	SemCPC	109.09	SemCPC	36.55
	$\bar{X}$ clones	206.02	$\bar{X}$ clones	155.03	$\bar{X}$ clones	180.87	$\bar{X}$ clones	84.45
3,0 x 2,5	H5	197.03	HM033	146.42	HM033	195.74	H8	79.80
	H8	195.10	H8	133.03	H8	175.26	H7	77.50
	H10	191.00	H10	129.67	H5	169.36	HM033	73.74
	HM033	163.69	H11	127.84	H6	162.39	H2	73.74
	SemCPC	120.00	SemCPC	91.33	SemCPC	124.90	SemCPC	35.551
	$\bar{X}$ clones	186.70	$\bar{X}$ clones	134.24	$\bar{X}$ clones	175.68	$\bar{X}$ clones	76.65
3,0 x 3,0	H5	197.91	H8	143.13	H10	182.21	H10	76.60
	H1	185.71	H11	140.75	HM033	171.93	H7	71.65
	H10	180.00	HM033	136.98	H4	167.20	H8	71.43
	HM033	159.74	H10	127.35	H1	136.24	HM033	68.60
	SemCPC	122.84	SemCPC	94.59	SemCPC	86.53	SemCPC	38.08
	$\bar{X}$ clones	180.84	$\bar{X}$ clones	137.05	$\bar{X}$ clones	164.39	$\bar{X}$ clones	72.07

Pode-se verificar na tabela 34 que a média de clones é maior para o Horto Mogi Guaçu com 206,02 m<sup>3</sup>/ha no espaçamento 3,0 x 3,0 m, e 186,70 no espaçamento 3,0 x 2,5 m e 180,84 m<sup>3</sup>/ha/ano no espaçamento 3,0 x 3,0 , ao 4º ano, sendo respectivamente os resultados de volume no espaçamento 3,0 x 2,0 m superiores em 9,3% ao espaçamento 3,0 x 2,5 m e 12,2 % ao espaçamento 3,0 x 3,0 m.

Os índices de volume apresentados nas tabelas de 35 a 46 mostram a superioridade para o local Horto Mogi Guaçu para todos os espaçamentos ao 4º ano comparados aos outros locais.

Os resultados da análise de variância e a comparação entre médias pelo teste de Tukey, ao nível de 1% e 5% de significância estão nas tabelas subseqüentes . Pelo teste F, verifica-se a diferença significativa para todos os locais e espaçamentos testados ao 4º ano de idade.

Os clones testados tiveram posições diferenciadas quando analisados no 2º e 4º ano para todos os locais. Pode-se visualizar para o Horto Mogi Guaçu o melhor desempenho em Índice de Volume, o clone micropropagado H8 no espaçamento 3,0 x 2,0 m; o mesmo não ocorre em 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m.

Cauvin et alii (1995) apresentam resultados semelhantes para clones estaquiados quanto à resposta diferenciada de clones em produtividade, em volumes e em sites diferentes.

A diferença estatística entre clones foi detectada ao nível de 1% de significância em todos os locais e espaçamentos no 4º ano.

O fator de importância detectado nestes ensaios foi a diferença entre clones nos locais e espaçamentos. O clone micropropagado H5 salta da sétima colocação no espaçamento 3,0 x 2,0 m para primeiro colocado no espaçamento 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m, sendo receptivo à ampliação dos espaçamentos. Ao contrário do H5, o clone H8 é o primeiro colocado no espaçamento 3,0 x 2,0 m, segundo colocado no 3,0 x 2,5 m e quinto colocado no 3,0 x 3,0 m.

A semente CPC para latossolos, como é o caso do Horto Mogi Guaçu, demonstra sensibilidade à ampliação dos espaçamentos. Apresenta o volume de 115,24 m<sup>3</sup>/ha no espaçamento 3,0 x 3,0 m, 120,03 m<sup>3</sup>/ha no 3,0 x 2,5 m e 122,84 m<sup>3</sup>/ha no 3,0 x 3,0, bem como para o Horto Gramado para os espaçamentos de 3,0 x 2,0 m a 3,0 x 3,0 m.

Comparando-se para todos locais e o desempenho nas diferentes idades constatou-se que melhores clones no espaçamento 3,0 x 2,0 m: H8, H7 e H10 (micropropagados) e HM033 (estaquiado); espaçamento 3,0 x 2,5 m: H5, H8, H10 e H7 (micropropagados) e HM033 (estaquiado), espaçamento 3,0 x 3,0 m: H5, H1, H10, H4, H3 e H8 (micropropagados) e HM 033 (estaquiado).

**Tabela 35:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Mogi Guaçu (Talhão 79) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	123.32	1.31 n.s.	1743.53	2.12 n.s.	
Clones (*)	13	284.46	3.03*	3928.64	4.78**	
Erro	39					
			cv % = 17.33	cv % = 17.41		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H8	69.80	A	H8	226.64	A
	H7	67.96	AB	H7	213.13	AB
	H10	61.63	AB	HM033	193.16	ABC
	H4	61.13	AB	H10	191.27	ABC
	HM033	59.79	AB	H11	173.64	ABCD
	H1	59.44	AB	H5	172.44	ABCD
	H5	57.87	AB	H9	160.76	ABCD
	H3	54.86	AB	H1	159.69	ABCD
	H9	48.53	AB	H4	146.23	BCD
	H11	46.99	AB	H3	131.94	CD
	SemCPC	41.91	B	SemCPC	115.24	D
			<b>Delta =24.47</b>	<b>Delta =72.72</b>		

(\*) Número analisado = 13; dados na tabela = 11

**Tabela 36:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Mogi Guaçu (Talhão 79) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	131.44	3.25*	1350.10	2.89*	
Clones (*)	13	354.14	8.75**	3034.60	6.48**	
Erro	39					
			cv % = 13.16	cv % = 13.57		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H5	61.46	A	H5	197.03	A
	H8	59.88	A	H8	195.10	A
	H10	56.21	ABC	H7	191.00	A
	H7	55.39	ABC	H10	188.17	AB
	H1	54.71	ABC	H1	180.08	AB
	H3	49.29	ABCD	HM033	163.69	ABC
	HM033	47.78	ABCD	H9	154.19	ABC
	H4	43.26	BCD	H11	152.55	ABC
	H11	41.61	CD	H3	133.66	BC
	SemCPC	36.88	D	SemCPC	120.00	C
	H9	34.67	D	H4	117.03	C
			<b>Delta =16.07</b>	<b>Delta =54.64</b>		

(\*) Número analisado = 13; dados na tabela = 11

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 37:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Mogi Guaçu (Talhão 79) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	412.28	10.32**	387.51	0.98	n.s.
Clones (*)	13	228.38	5.71**	2161.12	5.47**	
Erro	39					
			cv % = 13.93	cv % = 12.61		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	57.80	A	H5	197.91	A	
H1	54.62	AB	H8	185.71	AB	
H10	50.58	ABCD	H7	180.00	AB	
H7	50.55	ABCD	H1	177.92	ABC	
H8	49.72	ABCD	H10	175.91	ABC	
H3	47.37	ABCD	HM033	159.74	ABCD	
H4	46.35	ABCD	H9	150.84	ABCD	
HM033	38.44	CD	H11	150.32	ABCD	
H9	35.95	CD	H4	129.26	CD	
H11	35.21	D	H3	128.51	CD	
SemCPC	35.12	D	SemCPC	122.84	D	
<b>Delta =15.96</b>			<b>Delta =50.21</b>			

(\*) Número analisado = 13; dados na tabela = 11

**Tabela 38:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Santa Fé "A" (Talhão 157) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
		3º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	35.78	0.10 n.s.	633.33	1.73	n.s.
Clones	8	676.23	1.95 n.s.	3178.16	8.70**	
Erro	24					
			cv % = 19.38	cv % = 11.98		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H10	113.47	A	HM033	204.98	A	
HM033	106.96	AB	H8	181.82	AB	
H6	101.12	AB	H4	169.78	ABC	
H8	99.35	AB	H6	166.90	ABC	
H5	96.17	AB	H10	164.32	ABC	
H4	95.36	AB	H5	158.83	BC	
H1	94.25	AB	H1	152.09	BCD	
H3	91.99	AB	H3	127.73	CD	
SemCPC	66.50	B	SemCPC	109.09	D	
<b>Delta =44.78</b>			<b>Delta =45.94</b>			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 39:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Santa Fé “A” (Talhão 157) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
		3º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	4150.81	24.35**	13079.49	24.02**	
Clones	8	375.04	2.20 n.s.	2066.26	3.79**	
Erro	24					
			cv % = 15.13	cv % = 14.77		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	HM033	101.02	A	HM033	195.74	A
	H8	97.04	A	H8	175.26	AB
	H5	95.56	A	H5	169.36	AB
	H10	86.48	A	H6	162.39	AB
	H6	85.38	A	H4	121.69	AB
	H4	81.59	A	H10	156.26	AB
	H1	80.14	A	H1	150.95	AB
	H3	74.77	A	SemCPC	124.90	B
	SemCPC	74.53	A	H3	124.82	B
			Delta =31.37	Delta =56.09		

**Tabela 40:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Santa Fé “A” (Talhão 157) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
		3º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	3149.23	13.98**	6463.40	10.32	
Clones	8	460.71	2.05 n.s.	3867.95	6.18**	
Erro	24					
			cv % = 20.68	cv % = 18.20		
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	HM033	84.77	A	H10	182.21	A
	H10	83.92	A	HM033	171.93	AB
	H3	82.07	A	H4	167.20	AB
	H4	79.57	A	H1	136.24	ABC
	H6	72.96	A	H6	136.15	ABC
	H1	71.09	A	H3	121.53	BC
	SemCPC	60.12	A	H8	120.86	BC
	H8	59.56	A	H5	114.37	BC
	H6	59.23	A	SemCPC	86.63	C
			Delta =36.08	Delta =60.15		

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 41:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (Talhão 44) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
Fonte de variação		2º Ano			4º Ano	
GL	QM	F		QM	F	
Blocos	3	320.50	4.12*	1706.57	11.07**	
Clones (*)	9	99.24	1.28 n.s.	2019.13	13.10**	
Erro	27					
cv % = 22.22			cv % = 9.21			
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	45.30	A	H8	164.17	A	
H10	45.16	A	HM033	155.21	AB	
H11	43.15	A	H10	158.47	AB	
H1	42.24	A	H11	145.10	AB	
HM033	38.63	A	H6	132.30	BC	
H3	38.54	A	H1	130.90	BC	
H6	35.71	A	H4	113.60	CD	
SemCPC	35.68	A	SemCPC	110.97	CD	
H4	29.73	A	H3	97.65	D	
Delta = 21.45			Delta = 30.19			

(\*) Número analisado = 10; dados na tabela = 9

**Tabela 42:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (Talhão 44) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
Fonte de variação		2º Ano			4º Ano	
GL	QM	F		QM	F	
Blocos	3	159.58	19.93**	3147.20	44.24**	
Clones (*)	9	68.72	6.86**	1140.32	16.03**	
Erro	27					
cv % = 9.79			cv % = 7.03			
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	37.77	A	HM033	146.42	A	
H1	35.94	A	H8	133.03	AB	
HM033	33.71	AB	H10	129.67	AB	
H10	33.58	AB	H11	127.84	AB	
H11	33.48	AB	H1	123.89	B	
H6	32.86	AB	H6	122.62	B	
H3	30.18	ABC	H4	114.63	BC	
H4	28.21	BC	H3	94.65	CD	
SemCPC	23.26	C	SemCPC	91.33	D	
Delta = 7.69			Delta = 20.51			

(\*) Número analisado = 10; dados na tabela = 9

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 43:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Nossa Senhora Aparecida (Talhão 44) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)							
		2º Ano			4º Ano		
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F		
Blocos	3	5.46	0.65 n.s.	596.80	5.47**		
Clones (*)	9	55.19	6.53**	1269.49	11.64**		
Erro	27						
			cv % = 10.20	cv % = 8.89			
		Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
		H8	33.81	A	H8	143.13	A
		H11	32.93	AB	H11	140.75	A
		H10	30.71	AB	HM033	136.98	A
		HM033	29.89	AB	H10	127.35	AB
		H3	27.96	ABC	H1	107.67	BC
		H1	27.37	ABC	H6	105.32	BC
		H6	25.35	BC	H4	104.62	BC
		H4	23.93	BC	SemCPC	103.26	BC
		SemCPC	22.68	C	H3	94.59	C
			Delta =7.07	Delta =25.39			

(\*) Número analisado = 10; dados na tabela = 9

**Tabela 44:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Gramado (Talhão 131) no espaçamento 3,0 x 2,0 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)							
		2º Ano			4º Ano		
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F		
Blocos	3	355.79	12.75**	382.73	6.38**		
Clones	6	396.90	14.26**	1444.42	24.07**		
Erro	18						
			cv % = 10.76	cv % = 11.45			
		Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
		H8	59.99	A	H8	92.20	A
		H10	57.85	A	H10	83.67	AB
		HM033	53.06	AB	HM033	81.45	ABC
		H7	51.24	AB	H7	80.48	ABC
		H2	48.51	AB	H2	67.84	BCD
		H6	41.88	BC	H6	59.67	DE
		SemCPC	31.00	C	SemCPC	36.55	F
			Delta =12.34	Delta =18.61			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).



**Tabela 45:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Gramado (Talhão 131) no espaçamento 3,0 x 2,5 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
		3º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	188.66	5.23**	959.68	10.21**	
Clones	6	263.63	7.30**	941.30	10.02**	
Erro	18					
			cv % = 13.37	cv % = 14.84		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	52.06	A	H8	79.80	A	
H7	48.41	A	H7	77.57	A	
HM033	48.07	A	HM033	75.57	A	
H2	47.49	A	H2	73.74	A	
H6	45.65	A	H10	70.82	A	
H10	45.53	A	H6	64.99	AB	
SemCPC	27.18	B	SemCPC	35.51	C	
<b>Delta =14.03</b>			<b>Delta =23.82</b>			

**Tabela 46:** Análise da variância individual para a característica Volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones no Horto Gramado (Talhão 131) no espaçamento 3,0 x 3,0 m

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
		3º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	75.03	5.16**	149.67	3.28*	
Clones	6	236.14	16.25**	776.61	17.01**	
Erro	18					
			cv % = 9.73	cv % = 11.28		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H10	45.78	A	H10	76.60	A	
H7	45.03	A	H7	71.65	AB	
H8	44.78	A	H8	71.43	AB	
HM033	42.01	A	HM033	68.60	ABC	
H6	38.60	AB	H6	62.85	ABC	
H2	32.80	BC	H2	56.33	BCD	
SemCPC	25.17	C	SemCPC	38.08	E	
<b>Delta =8.90</b>			<b>Delta =16.24</b>			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

### 4.3. Análise Conjunta

#### 4.3.1. Análise Conjunta do Crescimento (D.A.P. e Altura) e Índice de Volume para Locais e Idades

As análises de variância conjunta para espaçamentos: Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu e Horto Nossa Senhora Aparecida), Brotas (Horto Santa Fé) e São Simão (Horto Gramado), envolvendo todas as características analisadas e aplicação do teste de Tukey para comparação das médias estão nas tabelas subseqüentes.

Os coeficientes de variação experimental apresentaram-se baixos, demonstrando a eficiência do delineamento utilizado. Na maioria, os experimentos apresentaram uma tendência de decréscimo em função da idade.

A diferença estatística para espaçamentos foi detectada nos segundo e quarto anos para as localidades de Mogi Guaçu e terceiro e quarto para as localidades de São Simão, para as características D.A.P., Altura e Índice de Volume testados. Essas diferenças detectadas evidenciam que para os clones micropropagados testados o espaçamento é um importante fator a ser considerado, pois demonstrou influenciar no crescimento em D.A.P., Altura e no Índice de Volume.

Os clones micropropagados apresentaram diferenças estatísticas entre si, para todas as características, evidenciando que existem clones que apresentaram melhor crescimento que outros nos espaçamentos (3,0 x 2,0 m; 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 3,0 m) testados.

A análise da interação clone x espaçamento não foi detectada na maioria dos ensaios, apresentando somente diferenças significativas ao

nível de 5% para o Horto Nossa Senhora Aparecida (Mogi Guaçu) para a característica D.A.P. no segundo ano e Índice de Volume no quarto.

Os resultados apresentados para os clones micropropagados testados expressam resultados semelhantes aos encontrados por Patiño-Valera (1986) e Mora (1986) quanto a interação clone x espaçamento, onde demonstraram-se ser pouco expressiva para todas as características, sob luz dos valores de F respectivos.

**Tabela 47:** Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu/Talhão 79) para a característica D.A.P. nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano)

D.A.P.(cm)						
		2º Ano			4º Ano	
Fonte de variação	GL	QM	F	QM	F	
Blocos	3	0.67	3.25*	0.45	1.37	n.s.
Clones	11	3.00	14.50**	7.65	23.20**	
Espaçamento	3	33.94	163.68*	63.61	192.73**	
Espaçamento x Clone	33	6.31	0.78 n.s.	0.34	1.03 n.s.	
			cv % = 4.52	cv % = 4.38		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	10.68	A	H5	13.92	A	
H8	10.56	A	H8	13.86	A	
H7	10.45	A	H10	13.55	AB	
H10	10.42	A	H7	13.52	AB	
H1	10.28	AB	H1	13.33	ABC	
H3	10.26	AB	HM033	12.93	ABCD	
H4	10.19	AB	H11	12.75	ABCDE	
HM033	9.82	BC	H9	12.67	CDE	
H9	9.77	BC	H4	12.61	DE	
H11	9.62	C	H3	12.22	EF	
SemCPC	9.34	C	SemCPC	11.78	F	
<b>Delta = 0.54</b>			<b>Delta = 0.67</b>			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 48:** Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu/Talhão 79) para a característica Altura nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano)

Altura (m)						
Fonte de variação	GL	2º Ano			4º Ano	
		QM	F	QM	F	
Blocos	3	6.04	19.36**	4.44	4.86 n.s.	
Clones	11	6.35	20.36**	19.25	21.04**	
Espaçamento	3	1.48	4.75**	10.80	11.80**	
Espaçamento x Clone	33	0.36	1.17 n.s.	0.68	0.75 n.s.	
		cv % = 3.98			cv % = 4.68	
		Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média
		H5	14.80	A	H8	21.70
		H8	14.70	AB	H7	21.54
		H1	14.66	AB	H10	21.32
		H7	14.53	ABC	HM033	21.63
		H10	14.38	ABC	H5	21.25
		H3	14.24	ABCD	H1	20.89
		H4	14.10	BCD	H11	20.36
		HM033	13.93	CDE	H9	20.31
		H11	13.28	EF	H3	19.39
		H9	13.07	F	SemCPC	18.97
		SemCPC	13.05	F	H4	18.32
		<b>Delta = 0.67</b>			<b>Delta = 1.12</b>	

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 49:** Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu/Talhão 79) para a característica Índice Volume nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano)

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
Fonte de variação	GL	2º Ano			4º Ano	
		QM	F		QM	F
Blocos	3	538.72	10.85**		504.57	1.10 n.s.
Clones	11	864.17	14.41**		10141.06	22.07**
Espaçamento	3	3104.63	62.55**		5007.44	10.90**
Espaçamento x Clone	33	53.56	1.08 n.s.		484.12	1.05 n.s.
		cv % = 15.04			cv % = 13.62	
	Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%
	H8	55.92	A	H8	190.48	A
	H5	55.89	A	H5	185.96	AB
	H7	53.35	A	H7	183.21	AB
	H1	52.95	AB	H10	179.55	AB
	H10	51.98	AB	H1	167.95	ABC
	H3	48.63	AB	HM033	163.45	BC
	H4	48.38	AB	H11	153.74	CD
	HM033	44.68	BC	H9	148.41	CD
	H11	39.09	CD	H4	131.18	DE
	H9	37.08	CD	H3	129.88	DE
	SemCPC	35.80	D	SemCPC	116.37	E
	Delta = 8.48			Delta = 25.12		

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 50:** Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Nossa Senhora Aparecida/Talhão 44) para a característica D.A.P. nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano)

D.A.P. (cm)						
Fonte de variação	GL	2º Ano			4º Ano	
		QM	F	QM	F	
Blocos	3	1.68	7.47**	2.39	9.34**	
Clones	11	1.59	7.06**	4.47	18.73**	
Espaçamento	3	32.94	143.13**	52.89	206.71**	
Espaçamento x Clone	33	0.38	0.38*	0.27	1.08 n.s.	
			cv % = 5.42	cv % = 4.47		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	9.22	A	HM033	12.03	A	
H11	9.10	AB	H8	11.96	A	
HM033	9.00	AB	H11	11.84	AB	
H10	8.88	ABC	H10	11.63	ABC	
H1	8.76	ABC	SemCPC	11.33	BC	
H6	8.68	ABCD	H1	11.14	CD	
H3	8.64	ABCD	H6	11.07	CD	
SemCPC	8.38	CD	H4	10.75	DE	
H4	8.20	D	H3	10.36	E	
<b>Delta = 0.54</b>			<b>Delta = 0.56</b>			

**Tabela 51:** Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Nossa Senhora Aparecida/Talhão 44) para a característica Altura nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano)

Altura (m)						
Fonte de variação	GL	2º Ano			4º Ano	
		QM	F	QM	F	
Blocos	3	2.03	6.38	11.58	25.00**	
Clones	9	3.84	12.02**	16.20	34.97**	
Espaçamento	3	3.55	11.12	33.70	72.72**	
Espaçamento x Clone	27	0.29	0.91 n.s.	0.70	1.53 n.s.	
			cv % = 4.59	cv % = 3.81		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	12.98	A	HM033	19.10	A	
H10	12.61	AB	H8	18.96	A	
H11	12.57	AB	H10	18.80	A	
H1	12.54	AB	H11	18.60	A	
HM033	12.60	AB	H6	17.77	B	
H3	12.14	BC	H1	17.61	B	
H6	12.08	BC	H6	SemCPC	BC	
SemCPC	11.62	CD	H4	16.56	CD	
H4	11.39	D	H3	16.27	D	
<b>Delta = 0.64</b>			<b>Delta = 0.78</b>			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 52:** Análise conjunta para espaçamento em Mogi Guaçu (Horto Nossa Senhora Aparecida/Talhão 44) para a característica Índice de Volume nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (2º e 4º ano)

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
Fonte de variação	GL	2º Ano			4º Ano	
		QM	F		QM	F
Blocos	3	169.73	4.56**		2836.16	13.90**
Clones	9	320.58	8.62**		6230.70	30.53**
Espaçamento	3	1416.52	38.08**		2732.97	13.39**
Espaçamento x Clone	27	23.17	0.62 n.s.		250.50	1.23
			cv % = 17.25	cv % = 11.37		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	41.18	A	HM033	152.10	A	
H10	38.95	AB	H8	148.20	A	
H11	38.59	AB	H10	143.45	A	
HM033	36.88	AB	H11	141.33	A	
H1	36.81	AB	H6	121.75	B	
H3	33.80	BC	H1	121.02	B	
H6	33.51	BC	H4	107.14	BC	
SemCPC	29.22	C	SemCPC	103.96	C	
H4	27.10	C	H3	96.08	C	
<b>Delta = 6.95</b>			<b>Delta = 16.29</b>			

**Tabela 53:** Análise conjunta para espaçamento em Brotas (Horto Santa Fé/Talhão 157) para a característica D.A.P. nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano)

D.A.P. (cm)						
Fonte de variação	GL	3º Ano			4º Ano	
		QM	F		QM	F
Blocos	3	3.53	4.80**		7.12	10.92**
Clones	8	2.21	3.01**		5.01	7.69**
Espaçamento	2	10.70	14.52**		25.03	38.38**
Espaçamento x Clone	16	0.66	0.91 n.s.		1.11	1.71 n.s.
			cv % = 7.21	cv % = 6.06		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	12.49	A	H5	14.18	A	
HM033	12.43	AB	HM033	13.92	AB	
H4	12.15	AB	H4	13.84	ABC	
H10	12.05	AB	H10	13.60	ABC	
H8	11.89	AB	H8	13.40	ABC	
H6	11.85	AB	H6	13.06	BCD	
H1	11.47	AB	H1	12.85	CD	
H3	11.44	AB	SemCPC	12.81	CD	
SemCPC	11.30	B	H3	12.16	D	
<b>Delta = 1.12</b>			<b>Delta = 1.05</b>			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 54:** Análise conjunta para espaçamento em Brotas (Horto Santa Fé/Talhão 157) para a característica Altura nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano)

Altura (m)						
Fonte de variação	GL	3º Ano			4º Ano	
		QM	F	QM	F	
Blocos	3	12.91	16.69**	23.51	30.39**	
Clones	8	2.43	3.21**	5.47	7.08**	
Espaçamento	2	1.17	1.52 n.s.	8.17	10.57**	
Espaçamento x Clone	16	1.17	1.51 n.s.	1.17	1.52 n.s.	
			cv % = 5.36	cv % = 4.59		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H5	16.96	A	HM033	20.21	A	
HM033	16.83	A	H10	19.58	AB	
H10	16.80	A	H5	19.50	AB	
H8	16.45	AB	H6	19.44	AB	
H6	16.39	AB	H8	19.36	ABC	
H3	16.33	AB	H4	18.95	BCD	
H4	16.78	AB	H1	18.84	BCD	
H1	16.17	AB	H3	18.23	CD	
SemCPC	15.46	B	SemCPC	18.09	D	
Delta = 1.14			Delta = 1.14			

**Tabela 55:** Análise conjunta para espaçamento em Brotas (Horto Santa Fé/Talhão 157) para a característica Índice de Volume nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano)

Volume (m³/ha)						
Fonte de variação	GL	3º Ano			4º Ano	
		QM	F	QM	F	
Blocos	3	4914.69	15.28**	15362.79	23.35**	
Clones	8	887.61	2.76**	7283.66	11.07**	
Espaçamento	2	5032.00	15.64**	5450.67	8.29**	
Espaçamento x Clone	16	312.19	0.97 n.s.	914.36	1.39 n.s.	
			cv % = 21.10	cv % = 16.91		
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
HM033	97.58	A	HM033	190.88	A	
H10	94.62	A	H10	167.59	AB	
H6	86.49	AB	H4	166.23	AB	
H4	85.51	AB	H8	158.31	AB	
H8	85.32	AB	H6	155.15	BC	
H5	83.65	AB	H5	147.52	BC	
H3	82.95	AB	H1	146.42	BC	
H1	81.83	AB	H3	124.63	CD	
SemCPC	67.05	B	SemCPC	106.84	D	
Delta = 23.36			Delta = 33.41			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).



**Tabela 56:** Análise conjunta para espaçamento em São Simão (Horto Gramado/Talhão 131) para a característica D.A.P. nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano)

D.A.P. (cm)						
Fonte de variação	3º Ano			4º Ano		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Blocos	3	1.09	3.72**	3	1.29	6.91**
Clones	6	2.27	7.72**	7	2.89	15.44**
Espaçamento	32	5.04	17.10**	2	10.65	56.83**
Espaçamento x Clone	12	0.26	0.91 n.s.	14	1.17	0.92 n.s.
cv % = 5.31			cv % = 3.77			
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	10.76	A	H8	12.18	A	
H10	10.54	AB	H10	11.93	A	
H7	10.44	AB	H7	11.79	AB	
HM033	10.28	AB	HM033	11.72	ABC	
H2	10.11	ABC	H6	11.27	BCD	
H6	9.93	BC	H2	11.17	CD	
SemCPC	9.45	C	SemCPC	10.76	D	
Delta = 0.67			Delta = 0.55			

**Tabela 57:** Análise conjunta para espaçamento em São Simão (Horto Gramado/Talhão 131) para a característica Altura nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano)

Altura (m)						
Fonte de variação	3º Ano			4º Ano		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Blocos	3	1.55	5.33**	3	3.63	9.75**
Clones	6	4.54	15.59**	7	6.40	17.18**
Espaçamento	2	1.40	4.81**	2	7.38	19.79**
Espaçamento x Clone	12	0.33	1.16 n.s.	14	0.37	1.01 n.s.
cv % = 4.04			cv % = 4.07			
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	13.96	A	H8	15.73	A	
H10	13.81	AB	H10	15.56	A	
H7	13.72	ABC	H7	15.55	A	
HM033	13.60	ABC	HM033	15.43	A	
H2	13.27	BC	H6	15.05	AB	
H6	13.78	C	H2	14.62	B	
SemCPC	12.15	D	SemCPC	13.58	C	
Delta = 0.67			Delta = 0.77			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

**Tabela 58:** Análise conjunta para espaçamento em São Simão (Horto Gramado/Talhão 131) para a característica Índice de Volume nas diferentes idades e comparação entre médias pelo teste de Tukey (3º e 4º ano)

Volume (m <sup>3</sup> /ha)						
Fonte de variação	3º Ano			4º Ano		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Blocos	3	310.18	7.93**	3	827.88	9.79**
Clones	6	799.44	20.49**	7	2486.05	28.80**
Espaçamento	2	693.15	17.76**	2	585.69	60.78**
Espaçamento x Clone	12	78.63	1.25 n.s.	14	108.55	1.26 n.s.
cv % = 14.07			cv % = 13.89			
Clone	Média	Tukey 5%	Clone	Média	Tukey 5%	
H8	52.28	A	H8	81.15	A	
H10	49.72	AB	H10	77.03	AB	
H7	48.23	AB	H7	76.57	AB	
HM033	47.71	AB	HM033	75.21	ABC	
H2	42.94	B	H2	65.97	BC	
H6	42.05	B	H6	362.51	C	
SemCPC	27.78	C	SemCPC	36.72	D	
<b>Delta = 7.77</b>			<b>Delta = 11.72</b>			

GL = Graus de liberdade; QM = Quadrado médio; F = Teste F; \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%; n.s. = Não significativo e delta = Diferença mínima significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (letras iguais significam que as médias são iguais ao nível de 5% de probabilidade).

#### 4.3.2. Análise conjunta para Espaçamentos

A média geral em função dos espaçamentos dos crescimentos em D.A.P., Altura e Índice de Volume, assim como a comparação das médias pelo teste de Tukey encontram-se nas próximas tabelas e figuras.

Quanto ao coeficiente de variação experimental, os baixos valores encontrados revelaram a eficiência do delineamento utilizado.

Verifica-se que para a característica Altura no local de Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu) não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5% para os espaçamentos 3,0 x 3,0 m e 3,0 x 2,5 m, sendo que para o quarto ano demonstrou-se ser a maior altura média quando comparada com todos os outros locais (Mogi Guaçu/Horto Nossa Senhora Aparecida; Brotas/Horto Santa Fé “A” e São Simão/Horto Gramado).

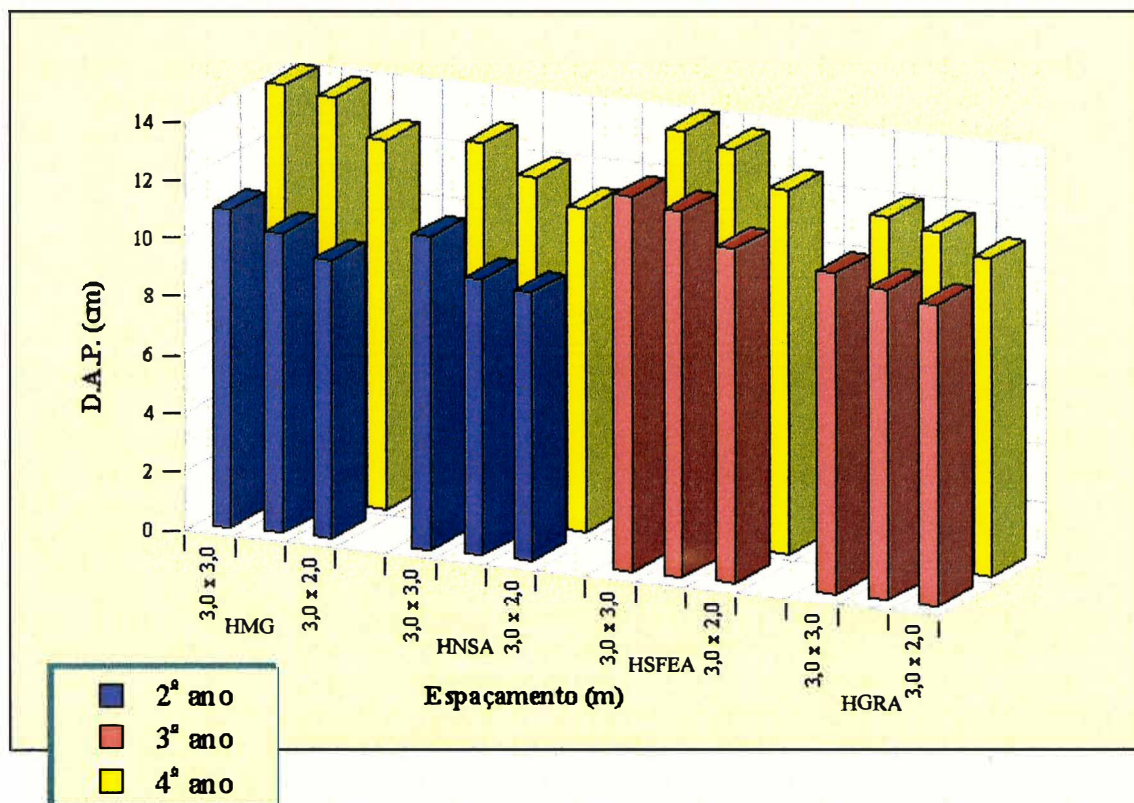
Os dados apresentam uma tendência, para todos os locais, de um maior crescimento em altura quando amplia-se os espaçamentos, sendo muito evidenciado no Horto Gramado, onde os solos são predominantemente de areias quartzosas; neste caso chega a 96 cm de diferença. Esta tendência pode ser verificada à medida que a idade avança e para todos os locais.

Para a característica D.A.P., o melhor resultado apresentado ao quarto ano de idade foi o espaçamento 3,0 x 3,0 na região de Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu). Os resultados apresentados demonstram a mesma tendência da qual foi avaliado pela característica Altura. Os espaçamentos mais abertos favorecem o crescimento em diâmetro, sendo menores para localidades como Mogi Guaçu e aumentados para a região de São Simão devido à presença de solos de areias quartzosas, predominantemente mais pobres.

Para a característica Índice de Volume, pode-se verificar um maior volume no espaçamento 3,0 x 2,0 m para todos os locais e idades, porém, há uma tendência para uma ampliação com espaçamentos. No caso dos latossolos pelo teste de Tukey a 5% não houveram diferenças significativas entre os espaçamentos no quarto ano para Mogi Guaçu (Horto Mogi Guaçu). Para areias quartzosas, que é o caso de São Simão, os resultados pelo teste de Tukey a 5% não apresentam diferenças significativas para os espaçamentos 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 2,5 m.

**Tabela 59:** Média geral dos testes para variável D.A.P. (cm) nos diferentes locais e idade

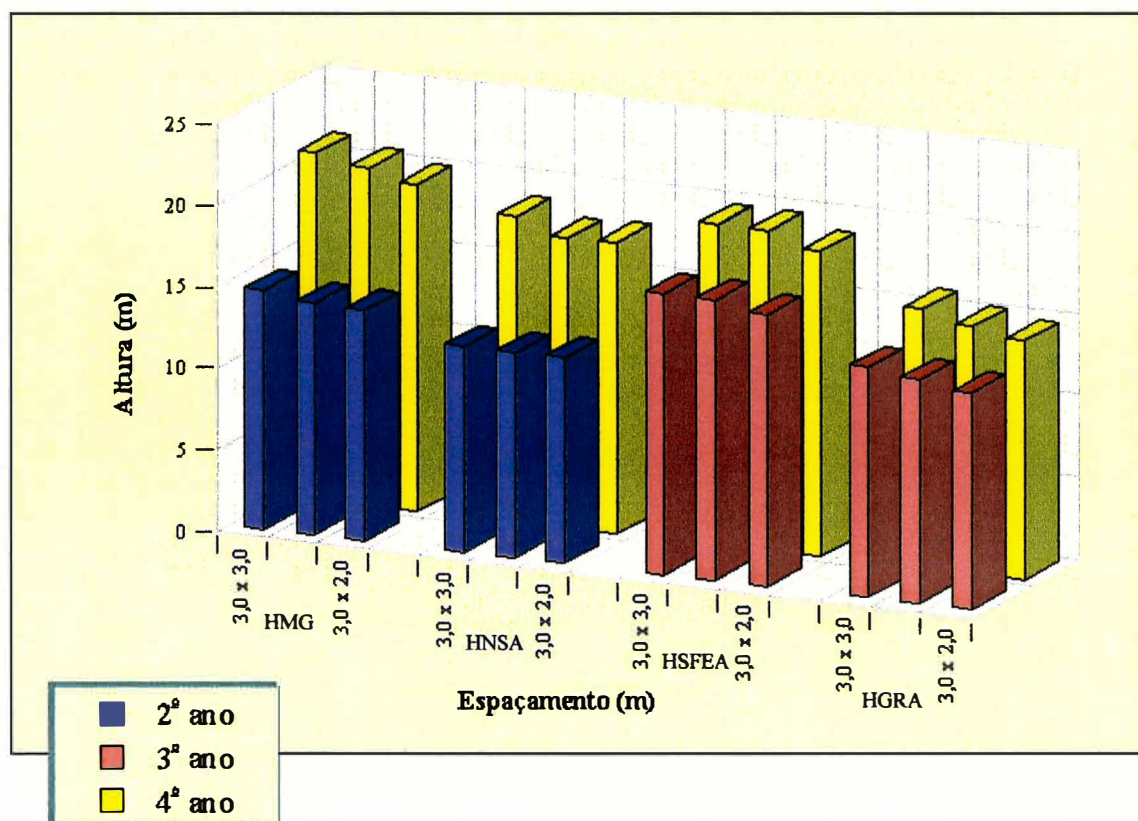
Idade (ano)	Espaçamento (m)	MOGI GUACU/SP				Idade (ano)	BROTAS/SP		SÃO SIMÃO/SP	
		HMG	Tukey 5%	HNSA	Tukey %5		HSFEA	Média	Tukey %5	HGRA
2ª	3,0 x 3,0	10.62	A	10.62	A	3ª	10.62	A	10.62	A
	3,0 x 2,5	9.85	B	9.85	B		9.85	A	9.85	A
	3,0 x 2,0	9.06	C	9.06	B		9.06	B	9.06	B
4ª	3,0 x 3,0	13.97	A	12.55	A	4ª	13.96	A	11.95	A
	3,0 x 2,5	13.68	A	11.76	B		13.61	A	11.66	B
	3,0 x 2,0	12.40	B	11.15	C		12.37	B	10.84	C



**Figura 29:** Média geral dos testes para variável D.A.P. (cm) nos diferentes locais e idade

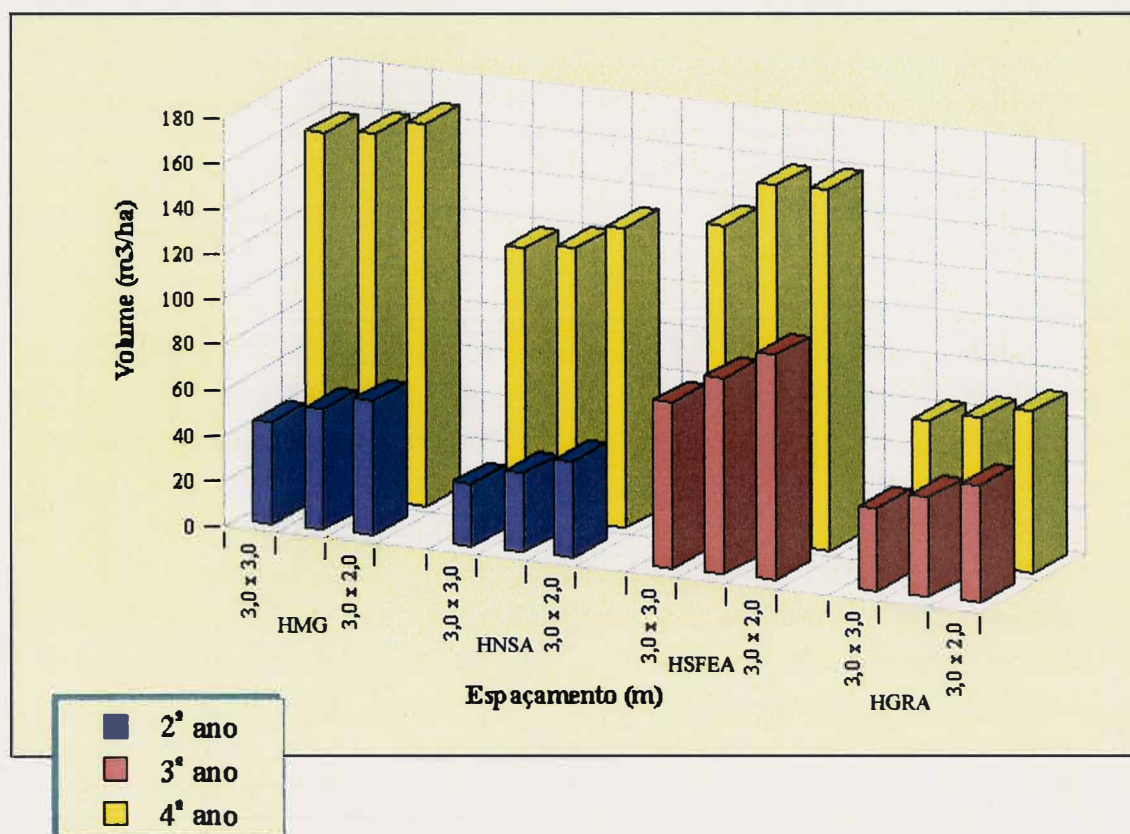
**Tabela 60:** Média geral dos testes para variável Altura (m) nos diferentes locais e idade

Idade (ano)	Espaçamento (m)	MOGI GUACU/SP				Idade (ano)	BROTAS/SP		SÃO SIMÃO/SP	
		HMG		HNSA			HSFEA		HGRA	
		Média	Tukey 5%	Média	Tukey %5		Média	Tukey %5	Média	Tukey 5%
2 <sup>o</sup>	3,0 x 3,0	14.22	A	12.47	A	3 <sup>o</sup>	16.40	A	13.56	A
	3,0 x 2,5	13.93	B	12.43	B		16.58	A	13.44	AB
	3,0 x 2,0	13.87	B	12.44	B		16.22	A	13.13	B
4 <sup>o</sup>	3,0 x 3,0	20.82	A	18.78	A	4 <sup>o</sup>	19.27	A	15.50	A
	3,0 x 2,5	20.38	A	17.98	B		19.52	A	14.98	B
	3,0 x 2,0	19.79	B	18.00	B		18.60	B	14.54	C

**Figura 30:** Média geral dos testes para variável Altura (m) nos diferentes locais e idade

**Tabela 61:** Média geral dos testes para variável Índice de Volume ( $m^3/ha$ ) nos diferentes locais e idade

Idade (ano)	Espaçamento (m)	MOGI GUACU/SP				Idade (ano)	BROTAS/SP		SÃO SIMÃO/SP	
		HMG Média	Tukey 5%	HNSA Média	Tukey %5		HSFEA Média	Tukey %5	HGRA Média	Tukey 5%
2 <sup>o</sup>	3,0 x 3,0	45.37	B	28.49	C	3 <sup>o</sup>	72.59	B	39.17	C
	3,0 x 2,5	48.32	B	32.31	B		86.28	A	44.91	B
	3,0 x 2,0	55.90	A	39.68	A		96.13	A	49.08	A
4 <sup>o</sup>	3,0 x 3,0	158.66	A	117.46	B	4 <sup>o</sup>	137.45	B	62.31	B
	3,0 x 2,5	161.28	A	119.89	B		157.93	A	67.49	AB
	3,0 x 2,0	166.66		134.65	A		159.50	A	70.80	A



**Figura 31:** Média geral dos testes para variável Índice de Volume ( $m^3/ha$ ) nos diferentes locais e idade

#### 4.4. Estabilidade Fenotípica

A interação genótipo x ambiente é manifestada nas espécies florestais quando os genótipos testados em vários ambientes possuem performances diferenciadas e pela superioridade relativa dos locais testados permanece a mesma.

A utilização deste conceito é verificada quando no primeiro caso citado têm-se genótipos mais específicos ao determinado ambiente e no segundo caso genótipos para uso geral.

A suscetibilidade dos genótipos quando testados em vários locais foi verificada por vários autores, dentre estes, Shelborne (1972), Zobel e Talbert (1984) e Rezende e Oliveira (1992).

Outros pesquisadores como Patiño - Valera (1986) não encontraram significância entre progênies e espaçamentos para progênies de meios-irmãos de *Eucalyptus saligna* aos 2,5 anos e Pinto Júnior (1984) trabalhando com progênies de *Eucalyptus urophylla* verificou que havia significância na interação progênie x ambiente a partir do segundo ano.

Existe clara evidência da interação genótipo x ambiente e sua importância para o programa florestal é melhorar o desempenho das produtividades, onde o seu maior objetivo é escolher o melhor material genético para as futuras florestas comerciais. Este fator deve ser levado em consideração, pois os resultados serão extrapolados para extensas áreas.

A interação genótipo x ambiente permite identificar genótipos específicos para cada ambiente, realizar zoneamento ecológico e identificar genótipos com maior estabilidade fenotípica.

O método proposto por Finlay e Wilkinson (1963) introduziu o conceito de índice ambiental, que é em função da média de todos os genótipos em cada ambiente. A técnica fundamenta-se na análise de regressão linear simples, onde o índice ambiental é a variável independente e a produção média é a variável dependente. Com isso a estabilidade do genótipo é dada em função do coeficiente de regressão “b” e sua produção média.

No trabalho desenvolvido com clones micropropagados nas análises de variância individuais nas idades, espaçamentos e locais, observou-se que:

- 1) Alguns clones apresentaram melhores médias no segundo e no quarto anos não mais se destacaram entre os grupos de melhores médias.
  
- 2) Alguns clones não apresentaram as melhores médias nos espaçamentos mais adensados e quando de sua ampliação melhoraram seu desempenho.

Para verificação da estabilidade fenotípica, selecionaram-se os clones H8 e H10 micropropagados, HM033 estaquiado e testemunha comercial de sementes CPC, provenientes de Área de Produção de Sementes. A característica utilizada foi o Índice de Volume ( $m^3/ha$ ) no quarto ano (tabela 62).



**Tabela 62:** Médias de Índice de Volume ( $m^3/ha$ ) no quarto ano de idade

Materiais	Bloco	Mogi Guaçu/SP		Brotas/SP	São Simão/SP
		HMG	HNSA	HSEF	HGR
H8	1	220.43	151.73	181.82	92.20
	2	195.10	164.17	175.26	79.81
	3	185.71	133.03	120.86	71.43
H10	1	191.27	158.33	164.31	83.67
	2	188.17	158.47	156.26	70.82
	3	175.91	129.67	182.21	76.60
HM033	1	186.69	165.76	204.98	81.45
	2	168.69	159.21	195.74	75.68
	3	159.74	146.43	171.93	68.61
Sem.CPC	1	114.65	110.65	109.09	36.55
	2	120.00	110.98	124.90	35.51
	3	122.84	91.33	86.53	38.09

Pela metodologia de Finlay e Wilkinson (1963), que utiliza o coeficiente de regressão “b”, pode-se observar na Tabela 63 que existe pelo Teste “T” significância ao nível de 1%.

**Tabela 63:** Resultados da análise do coeficiente de regressão “b”

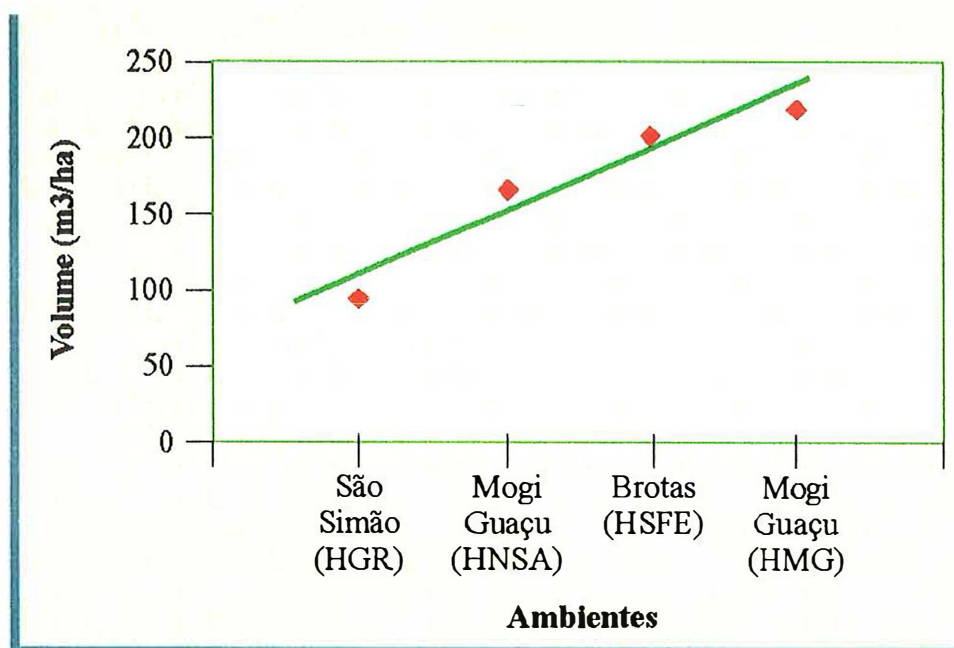
Material	Valor “b”	Teste “T”
H10	1.04	13.11**
H8	1.06	6.56**
HM033	1.08	8.63**
Sem.CPC	0.81	9.99**

“b” = estimativa no coeficiente de regressão linear para os locais

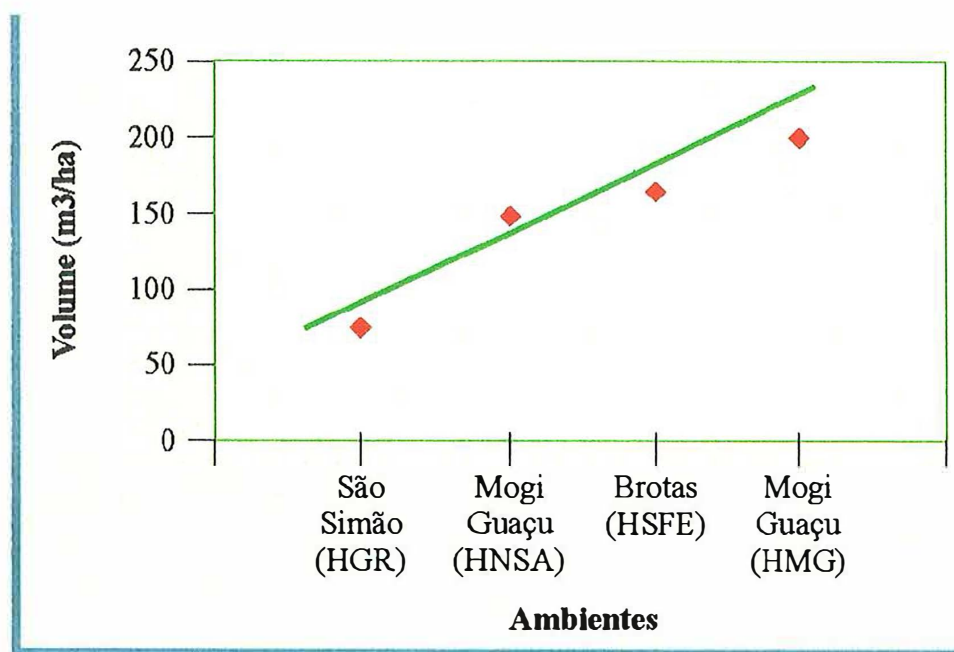
Segundo os valores de “b”, os clones micropropagados H10 e H8 e o clone estaquiado HM033 apresentaram tendência para  $b > 1,0$ , números ligeiramente superiores, indicando que estes genótipos apresentam baixa estabilidade e conseqüentemente estes resultados poderão apresentar tendência à adaptações aos melhores ambientes. No caso das Sementes CPC, o valor de  $b > 1,0$  indica estabilidade fenotípica acima da média e com capacidade de adaptação específica aos piores ambientes.

Comparando-se os valores de “b” para os clones micropropagados (H8 e H10) e o clone estaquiado HM033 pode-se inferir que os clones podem possuir adaptações aos melhores ambientes, sendo na ordem H10 menos exigente que H8, que por sua vez menos exigente que HM033.

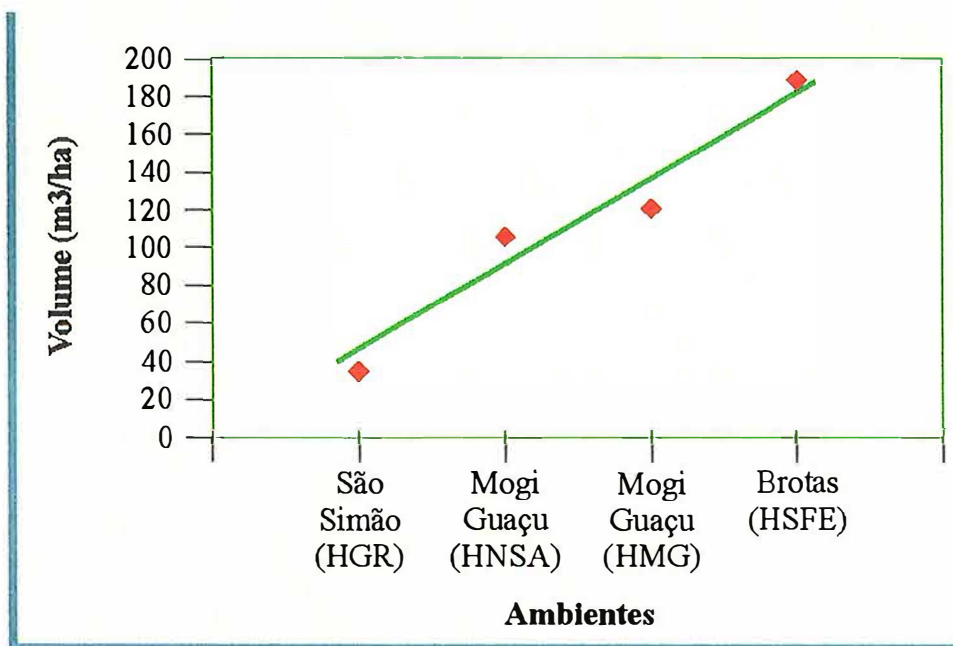
As figuras 32 a 35 expressam os valores do coeficiente de regressão “b” em função do índice de volume.



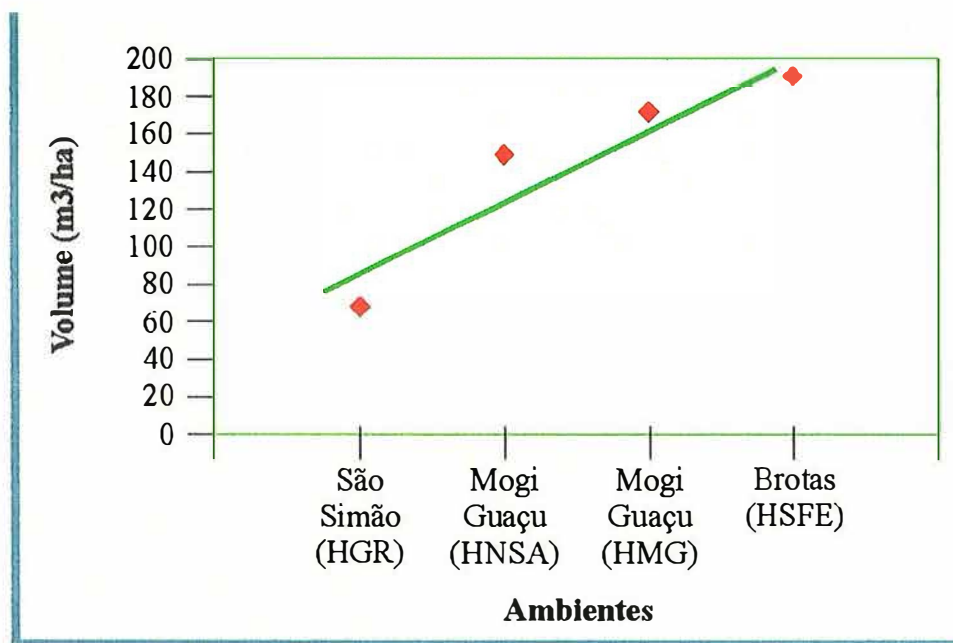
**Figura 32:** Comportamento geral dos clones H10 em função do coeficiente de regressão “b” para índice de volume



**Figura 33:** Comportamento do clone H8 em função do coeficiente de regressão “b” para índice de volume

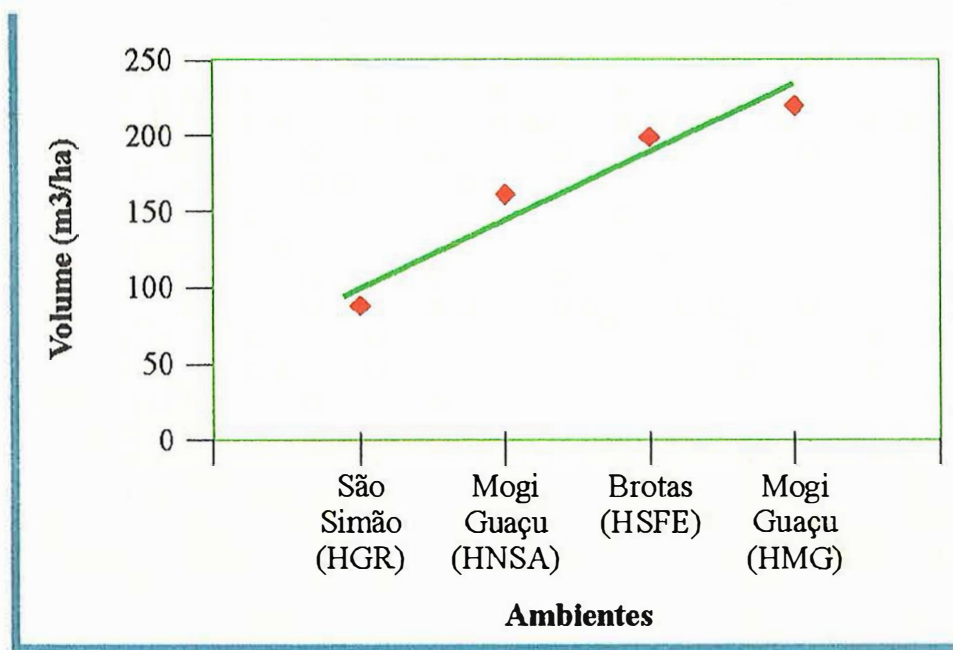


**Figura 34:** Comportamento do clone HM033 em função do coeficiente de regressão “b” para índice de volume



**Figura 35:** Comportamento das sementes CPC em função do coeficiente de regressão “b” para índice de volume

Na figura 36, tem-se a classificação dos ambientes segundo a média geral para o índice de volume. O melhor ambiente foi para o Horto Mogi Guaçu, seguido do Horto Santa Fé, Horto Nossa Senhora Aparecida e Horto Gramado sucessivamente.



**Figura 36:** Comportamento geral dos clones (H8,H10, e HM033) e sementes CPC para índice de volume

As estimativas dadas pela análise de regressão possibilitaram a compreensão da relação entre o genótipo e o ambiente. O desvio de regressão linear é um indicador da estabilidade mas, diante do que foi exposto e considerada a limitação de se utilizar somente 3 clones, observa-se que os resultados indicam somente uma direção a ser mais estudada. Deve-se procurar metodologias para melhor conhecimento da participação individual do clone na interação.

#### 4.5. Seleção de Clones para os Locais Testados

O trabalho desenvolvido tem como um dos seus objetivos a seleção dos melhores clones dentro dos locais testados. A idade mínima preconizada foi de quatro anos, onde a correlação com a idade de colheita florestal é altamente positiva.

A rede experimental delineada teve a função de estabelecer o maior número possível de genótipos selecionados em duas regiões distintas (latossolos e areias quartzosas profundas) aos 24 e 25 meses de idade e sua resposta às diferentes regiões (Mogi Guaçu, Brotas e São Simão, Estado de São Paulo). O plano delineado não teria seu sucesso se os materiais selecionados não fossem propagados via micropropagação, e dentro de seis anos, desde a sua seleção em campo, hoje vislumbra-se com resultados dos quatro anos de idade.

O plano da rede experimental é realizar um zoneamento ecológico, identificar genótipos para cada ambiente e verificar a possibilidade de identificar genótipos com maior estabilidade fenotípica.

Os resultados demonstram que os clones selecionados e propagados via micropropagação (H1 a H11) obtiveram resultados excelentes em todas as regiões testadas, apresentando resultados acima da média dos materiais via sementes e na maioria das regiões obteve médias superiores ao clone estaquiado (HM033) selecionado para as regiões de plantios comerciais da Champion Papel e Celulose Ltda.

As diferenças existentes entre os clones micropropagados, estaquiado e sementes CPC comparados entre si permite que se efetue a seleção.

Discutir-se-á primeiramente a análise da estabilidade fenotípica efetuada para os clones micropropagados.

Os clones micropropagados H10 e H8 e o clone estaquiado HM033 para índice de volume apresentaram valores de “b” respectivamente 1,04; 1,06 e 1,08, que segundo a metodologia e locais dos ensaios serão indicados para grupos de latossolos semelhantes à Mogi Guaçu. Apresentam tendência de melhorarem seus desempenhos à medida em que os padrões de solo melhorar (de areias quartzosas profundas para latossolos).

A semente “CPC” teve comportamento próximo da estabilidade média. A variabilidade natural nas sementes existente permitiu a verificação destes resultados. Possuem seus melhores desempenhos nos latossolos e piores nas areias quartzosas profundas.

Confrontando-se os valores obtidos para as características (D.A.P., Altura e Índice de Volume) nas análises individuais foi possível verificar pelo teste de Tukey a 5% as diferenças e semelhanças entre clones.

Para a produção comercial de florestas, o índice de volume torna-se a característica mais importante para a seleção.

No trabalho desenvolvido, os clones selecionados pelo índice de volume encontram-se na tabela 64.

**Tabela 64:** Clones selecionados para os locais e espaçamentos pelo índice de volume (m<sup>3</sup>/ha)

Espaçamentos (m)	LOCAIS			
	Mogi Guaçu/SP		Brotas/SP	São Simão
	HMG	HNSA	HSEF	HGRA
3,0 x 2,0	H8	H8	HM033	H8
	H7	HM033	H8	H10
	HM033	H10	H4	HM033
	H10	-	H6	H7
	-	-	-	H2
3,0 x 2,5	H5	HM033	HM033	H8
	H8	H8	H8	H7
	H10	H10	H5	HM033
3,0 x 3,0	H5	H8	H10	H10
	H1	HM033	HM033	H7
	H10	-	H4	H8

Para a seleção de clones ainda não há um método eficiente, porém há evidências que os parâmetros estimados pela análise de regressão possibilitem uma boa compreensão da relação entre genótipo e ambiente.

Mora (1986) observa ainda que a análise conjunta somente não é bom indicador do estudo da interação, mas propõe recorrer à uma metodologia que explique como cada clone contribua para a interação.



## 5. CONCLUSÕES

a) A metodologia utilizada para multiplicação de material adulto via micropropagação atingiu êxito absoluto pelos resultados de crescimento quando analisadas as características D.A.P., Altura e Índice de Volume, quando comparados ao clone HM033 (escala comercial na Champion Papel e Celulose Ltda.) e sementes comerciais de *Eucalyptus grandis* provenientes de Áreas de Produção de Sementes da Champion Papel e Celulose Ltda.;

b) Os clones micropropagados apresentaram em termos de sobrevivência excelentes resultados, não ocorrendo o mesmo com as sementes CPC, as quais apresentaram menores porcentagens para todos os espaçamentos e locais testados;

c) Os clones micropropagados apresentaram maiores crescimento para as características D.A.P., Altura e Índice de Volume, quando comparadas com as sementes CPC;

d) O clone micropropagado H8 selecionado no solo areias quartzosas profundas do horto Gramado apresentou excelentes resultados para todas as regiões e foi o melhor índice de volume em latossolo (LVa3) com o valor de 226 m<sup>3</sup> ao quarto ano de idade 3,0 x 2,0 m ;

e) Para as características estudadas, nos espaçamentos 3,0 x 2,0 m, as condições ambientais de Mogi Guaçu, especificamente do Horto Mogi Guaçu, propiciaram melhor crescimento de clones que outros locais (Brotas e São Simão/SP);

f) O espaçamento é um importante fator a ser considerado, pois demonstrou influenciar as características analisadas para todos os locais (Mogi Guaçu, Brotas e São Simão municípios do Estado de São Paulo);

g) Há evidências de que os clones reagiram diferentemente para as características estudadas quando ampliaram-se os espaçamentos, sendo mais evidente o H5 para a região de Mogi Guaçu, especificamente no Horto Mogi Guaçu.

h) Os clones micropropagados H8 e H10 e o clone estaquiado HM033 analisado segundo a metodologia de Finlay e Wilknsen (1963), apresentaram tendência a baixa estabilidade fenotípica indicando que poderão adaptar-se aos melhores ambientes, já para sementes CPC apresentaram estabilidade acima da média com capacidade de se adaptarem aos ambientes desfavoráveis.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype environmental interaction in applied plant breeding. **Crop. Science**, v.4, n.5, p.503-8, 1964.
- ASSIS, T. F.; FILHO, M.B.N.; FONSECA, J.B.; MAGALHÃES, J.G.R. Propagação vegetativa de *Eucalyptus spp* por enraizamento de estacas na Florestal Acesita S/A. **Florestal Acesita**, s.d. 18p.
- BACHELARD, E.P.; STOWE, B.B. Rooting of cuttings of *Acer rubrum* L. and *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. **Australian Journal of Biological Sciences**, n.16, p.751-67, 1963.
- BALONI, E.A. Influência do espaçamento de plantas na produtividade florestal. **Silvicultura**, v.8, n.31, p.588-92, 1983.
- BARNES, R.D. A multiple population breeding strategy for Zimbabwe. In: IUFRO CONFERENCE ON PROVENANCE AND GENETIC IMPROVEMENT STRATEGIES IN TROPICAL FOREST TREES. **Proceedings**. Mutare: IUFRO, 1984. p.619-32.
- BARROS, N.F.; PIRES, I.E. Interação genótipo x ambiente. In: ENCONTRO TÉCNICO FLORESTAL, 3, Montes Claros, MG, 1987. **Anais**. Viçosa: UFV, 1987. 21p.
- BERTOLOTI, G. **Comportamento genético e nutricional de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em solo podzólico vermelho escuro e areia quartzosa álica em Lençóis Paulista, SP.** Piracicaba, 1986. 80p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BONGA, J.M.; DURZAN, D.J. **Tissue culture in forestry.** Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1985. 431p.
- BOUVET, J.M.; DELWAULLE, J.C. Introduction d'*Eucalyptus cloeziana* an Congo, Pointe Noire-Parcelle 77.13. **Bois et Forêts des Tropiques**, n.200, p.7-20, 1983.

- BRANDÃO, L.G.; CAMPINHOS, E.; YKEMORI, Y.K. Brazil's new forest soars to success. **Pulp and Paper International**, v.26, n.12, p.38-40, 1984.
- BUENA FILHO, J.S.S. **Seleção combinada versus seleção seqüencial no melhoramento florestal**. Piracicaba, 1992. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BURDON, R.D. The roles and optimal place of vegetative propagation on three breedings strategies. In: IUFRO MEETING, Sensestein, 1982. **Proceedings**.
- CAMERON, J.N.; COTTERILL, P.P.; WHITEMAN, P.H. Key elements of a breeding tropical trees. In: IUFRO CONFERENCE ON BREEDING TROPICAL TREES, Thailand, november 1988. **Proceedings**. Virginia, USA: Oxford Forestry Institute; Virgínia, USA: Winrock International, 1989. p.159-68.
- CAMPINHOS, E.; IKEMORI, Y.K. Selection and management of the basic population *Eucalyptus grandis* and *E. urophylla* established at Aracruz for the long term breeding programe. In: IUFRO CONFERENCE ON BREEDING TROPICAL TREES, Pattaya, Thailand, november 1988. **Proceedings**. Oxford, USA: Oxford Forestry Institute; Virgínia, USA: Winrock International, 1989. p.169-74.
- CAMPINHOS, E.; IKEMORI, Y.K. Produção massal de *Eucalyptus* spp através de estaquia. **Silvicultura**, v.8, n.32, p.770-5, 1983.
- CAUVIN, B.; MELUN, F.; BURGER, P. **Performances de deux clones d'*Eucalyptus gunii* dans le Sud de la France**. Cougnax: AFOCEL ARMEF, 1995. p.113-24. (Fascículo n.506).
- CERTO, S.C.; PETER, J.P. **Administração estratégica**. New York: MacGraw-Hill, 1993. 469p.
- CHAPERON, H. Nouvelles perspectives d'amélioration génétique induites par le bouturage du *Pin maritime*. In: RECHERCHES SYLVICOLES, Nangis, France, 1979. **Anais**. Nangis, France: AFOCEL, 1980. p.31-51.

- CHAPERON, H. Influence of propagation by cuttings on the breeding strategy of forest trees. In: BARNES, R.D.; GIBSON, G.L. **PROVENANCE AND GENETIC IMPROVEMENT STRATEGIES IN TROPICAL FOREST TREES**, Mutare, Zimbabwe, 1984. **Proceedings**. Oxford: Department of Forestry, 1984. p.135-48.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. New York: John Willy & Sons, 1957. 611p.
- COTTERILL, P.P.; DEAN, C.A.; CAMERON, J. Nucleus breeding: a new strategy for rapid improvement under clonal forestry. In: IUFRO CONFERENCE ON BREEDING TROPICAL TREES, Pattaya, Thailand, november 1988. **Proceeding**. Oxford, USA: Oxford Forestry Institute; Virginia, USA: Winrock International, 1989. p.39-50.
- CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.A.; VENCOVSKY, R. Um modelo alternativo para a análise de estabilidade proposta por Silva e Barreto. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26, Piracicaba, SP, 1988. **Anais**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1988.
- DARROW, W.K. Breeding the super tree: do we know what we want? **South African Forestry Journal**, n.129, p.17-20, jun.1984.
- DAVIDAE, A.C. Estabilidade fenotípica em espécies florestais. **IPEF Circular Técnica**, n.172, p.1-6, 1990.
- DAVIDSON, J. Breeding *Eucalyptus deglupta*: a case study. **Documents FAO Third Consultation on Forest Tree Breeding**, v.2, p.1187-203, 1978.
- DELWAULLE, J.C.; MARTIN, D. Stratégie d'amélioration des *Eucalyptus* au Congo. In: IUFRO COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES *EUCALYPTUS* RESISTANTS AU FROID, Bordeaux, september 1983. **Proceedings**. Nangis, France: IUFRO, 1983. p.491-508.
- DENISON, N.P. The applied clonal *Eucalypt* programme in Mondi Forests. **South African Forestry Journal**, n.142, p.60-7, 1987.

- DILLNER, B.; LJUNGER, A.; HERUD, O.A.; LARSEN, T. Tree breeding of *Eucalyptus globulus* on the basis of wood density, chemical composition and growth rate. In: SYMPOSIUM ON THE PRODUCTION AND INDUSTRIAL UTILIZATION OF *EUCALYPTUS*, Lisbon, 1971. **Timber Bulletin for Europe**, v.23, p.120-51, 1971.
- DOBZHANSKY, T.; WALLACE, B. The genetics of homeostasis in *Drosophila*. **Proc. Nat. Acad. Science Wash**, n.39, p.162-71, 1953.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop. Science**, n.6, p.36-40, 1966.
- ELDRIDGE, K.G. Genetically improved *Eucalypt* seed for Australian pulpwood forests. **Appita**, n.25, p.105-9, 1971.
- ELDRIDGE, K.G.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, C.; VAN WYK, G. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon Press, 1993. p.308.
- FERREIRA, M. **Estratégia para utilização da propagação vegetativa em reflorestamento**. [S.l.: s.n.], 1980. 11p. (Mimeografado).
- FERREIRA, M. O desafio dos programas de melhoramento genético. **Silvicultura**, v.7, n.27, p.26-9, 1982.
- FERREIRA, M. Bases para estratégias e melhoramento genético florestal via sexuada e assexuada. In: SEMINÁRIO DE BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA, 3, Piracicaba, SP, 1985. **Anais**. Piracicaba: CEBTECESALQ-FEALQ-ABCTP, 1985. p.222-45.
- FERREIRA, M. **Silvicultura clonal: seleção clonal x identificação de clones**. Piracicaba: IPEF, 1996. 13p.
- FINLAY, N. W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal Agricultural Research**, n.14, p.742-54, 1963.

- FONSECA, S.M. Estimação e interpretação dos componentes da variação total em experimentos de melhoramento florestal. In: **CURSO DE PRÁTICAS EXPERIMENTAIS EM SILVICULTURA**. Piracicaba: IPEF, 1979. p.1-20.
- FRAMPTON JR., L.J.; MACKEAND, S.E. Characterization of the root and shoot systems of young *loblolly Pine* propagules. North Carolina Supplement to the 1987. **Annual Progress Report**. North Carolina, USA: North Carolina State University, 1987. 47p.
- FRAMPTON JR., L.J. Field performance of *loblolly Pine* tissue culture plantlets. In: IUFRO CONFERENCE ON A JOINT MEETING OF WORKING PARTIES ON BREEDING THEORY, PROGENY TESTING, SEED ORCHARDS, Virginia, 1986. **Proceedings**. p.547-53.
- FRANCLLET, A. Premiers travaux d'amélioration génétique des *Eucalyptus*. In: RECHERCHE FORESTIÈRE AU MAROC, 4, 1956. **Anais**. p.63-85.
- FRANCLLET, A. Améliorations des reboisements d'*Eucalyptus*. Par multiplication végétative. In: FAO WORLD CONSULTATION ON FOREST GENETICS AND TREE IMPROVEMENT, 1, Stockholm, Sweden, 1963. **Anais**. Rome: FAO/FORGEN, 1963. v.2. p.1-8.
- FRANCLLET, A. Rajeunissement et propagation végétative des ligneux. In: RECHERCHES SYLVICOLES, Paris, 1980. **Anais**. 1981. p.11-39.
- FRANKLIN, E.C. Estimation of genetic parameters through four generations of selection in *Eucalyptus grandis*. In: IUFRO CONFERENCE ON BREEDING THEORY, PROGENY TESTING AND SEED ORCHARDS, Williamsburg, Virginia, USA, 1986. **Proceedings**. 1986. p.200-5.
- FURZE, M.J.; CRESSWELL, C.F. Micropropagation of *Eucalyptus grandis* and *nitens* using tissue culture techniques. **South African Forestry Journal**, p.20-3, 1985.

- GIORDANO, E. Osservazioni preliminari sulla moltiplicazione vegetative negli eucalitti. **Publicazioni del Centro de Sperimentazione Agricola e Forestale**, n.1, p.131-52, 1956.
- GONÇALVES, A.N. **Reversão à juvenilidade e clonagem de *Eucalyptus urophylla*, S.T. Blake “in vitro”**. Piracicaba, 1982. 97p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- HAGGMAN, H. Application of biotechnology to forest tree breeding. **Silvae Fennica**, v.25, n.4, p.270-9, 1991.
- HAINES, R.J. Mass propagation by cuttings biotechnologies and the capture of genetic gain. In: SYMPOSIUM BORDEAUX FRANCE ON MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE ESPECIES, Nangis, 1986. **Proceedings**. Nangis, France: AFOCEL, 1992. t.2. p.137-50.
- HEYBROEK, H.M. Clones in forestry and nature arboriculture. **Inl. 8**, 1984. p.275-86.
- KAGEYAMA, P.Y. **Varição genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill Maiden)**. Piracicaba, 1980. 113p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- KAGEYAMA, P.Y. Plantação de espécies florestais nativas. In: ESALQ/FEALQ/DAEE. **Relatório**. Piracicaba: ESALQ/DCF, 1986. 85p (não publicado)
- KALIL FILHO, A.N. A estabilidade genotípica como uma medida da adaptação nas espécies florestais. **Brasil Florestal**, n.53, p.53-7, jan./mar.1983.
- KEIDING, H. Selection of individual trees. In: FAO/DANIDA TRAINING COURSE ON FOREST TREE IMPROVEMENT, Limiru, 1973. **Anais**. Rome: FAO, 1974. p.165-75.



- KIKUTI, P. **Parâmetros genótipos em progênies de meios irmãos e clonais numa população de *Eucalyptus grandis* na região de Telêmaco Borba – PR.** Piracicaba, 1988. 119p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- KIRB, E.G.; CLEED, J. Synthesis. In: SYMPOSIUM BORDEAUX FRANCE ON MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, Nangis, 1982. **Proceedings.** Nangis, France: AFOCEL, 1992. p.151-4.
- KROMHOUT, C.P. The ilusive tree of future forestry. **South African Forestry Journal**, n.135, p.31-2, dez.1985.
- LERNER, I.M. **Genetic homeostasis.** Edinburgh, London: Oliver and Boyd, 1954. 134p.
- LEWIS, D. Gene-anvironmental interaction: a relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. **Heredity**, n.8, p.333-56, 1954.
- LIBBY, W.J. Domestication strategies for forest trees. **Canadian Journal of Forest Research**, n.3, p.265-76, 1973.
- LIBBY, W.J. Potencial of clonal forestry. **19<sup>th</sup> Conf. Can. Tree Imp. Assoc.**, p.1-11, 1983.
- LIBBY, W.J.; HOOD, I.U. Juvenility in hedged *radiata Pine*. **Acta Horticultural**, n.56, p.91-8, 1976.
- LIBBY, W.J.; JUND, E. Variance associated with cloning. **Heredity**, n.17, p.533-40, 1962.
- LITTLE, D.W.; TIBBITS, W.N.; RASMUSSEN, G.F.; REVENWOOD, I.C. Genetic improvement strategy for APPM *Eucalypt* tree farms in Tasmania. In: SYMPOSIUM BORDEAUX FRANCE ON MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, Nangis, 1992. **Proceedings.** Nangis, France: AFOCEL, 1992. t.1. p.275-82.

- LÓPEZ, C.R. **Variação fenotípica e genética de clones de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake da Ilha das Flores (Indonésia)**. Piracicaba, 1992. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MARTIN, B. The benefits of hybridization: how do you breed for it? In: IUFRO CONFERENCE ON BREEDING TROPICAL TREES: POPULATION STRUCTURE AND GENETIC IMPROVEMENT STRATEGIES IN CLONAL AND SEEDLING FORESTRY, Pattaya, Thailand, november 1988. **Proceedings**. Oxford, USA: Oxford Forestry Institute; Virginia, USA: Winrock International, 1989. p.79-92.
- MARTIN, B.; COSSALTER, C. *Les Eucalyptus des Iles de la Sonde*. **Bois et Forêts des Tropiques**, n.603, p.3-25, 1976.
- MARTIN, B.; QUILLET, G. Boutoragem dos arbores forestiers au Congo: resultados dos ensaios efetuados à Pointe Noire de 1969 a 1973. **Bois et Forêts des Tropiques**, n.154, p.41-57, mar./abr. 1974.
- MATHER, K. Genetic control of stability in development. **Heredity**, n.7, p.297-336, 1953.
- MATHESON, A.C.; RAYMOND, C.A. The impact of genotype x environment interactions on Australian *Pinus radiata* breeding programs. **Australian Forest Research**, n.14, p.11-25, 1984.
- MIRANDA FILHO, J.B. Princípios de experimentação e análise estatística. In: PATERNIANI, E., coord. **Melhoramento de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p.620-50.
- MONTEUUIS, O. Meristemes: vieillissement et clonage das arbores forestiers. In: RECHERCHES SYLVICOLES, Paris, 1988. **Anais**. Nangis, France: AFOCEL, 1988. p.7-40.
- MORA, AL. **Interação com espaçamentos e locais em clones de *Eucalyptus spp* no Norte de Estado da Bahia**. Piracicaba, 1986. 101p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- NAMKOONG, G; BARNES, R.D.; BURLEY, S. A philosophy of breeding strategy for tropical forest trees. **Tropical Forestry Paper 16**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1980. 67p.
- NIKLES, D.G. Influence of developments in breeding, propagation, molecular markers, gene transfer and other new technologies on genetic improvement strategies for forest trees in commercial plantation projects. In: SYMPOSIUM BORDEAUX FRANCE ON MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, Nangis, 1992. **Proceedings**. Nangis, France: AFOCEL, 1992. t.1. p.243-55.
- OLESEN, P.O. On cyclophysis and topophysis. **Silva e Genetica**, n.27, p.173-8, 1978.
- ONUJI, M.; SILVA, A.R.; CARMO JR., J.C. Avaliação do programa clonal de *Eucalyptus* das Florestas Rio Doce S.A. – FRDSA. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, SP, 1990. **Anais**. São Paulo: SBS/SBEF, 1990. p.353-6.
- PATIÑO-VALERA, F. **Variación genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com o espaçamento**. Piracicaba, 1986. 192p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PATON, D.M.; WILLING, R.R.; PRYOR, L.D. Rootshoot gradients in *Eucalyptus* ontogeny. **Annals of Botany**, n.47, p.835-8, 1981.
- PINTO JR., J.E. **Variabilidade genética em progênies de uma população de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake da Ilha Flores – Indonésia**. Piracicaba, 1984. 166p. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PEDRICK, L.A.; ELDRIDGE, K.G. Characteristics of future *radiata* Pine achievable by breeding. **Australian Forestry**, v.46, n.4, p.287-93, 1983.
- PIERIK, R.L.M. Rejuvenation and micropropagation. In: NIJKAMP, H.J.J.; VANDER PLAS, L.H.W.; VAN AARTRIJK, J. **Progress in plant cellular and molecular biology**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1990. p.91-102.

- PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selection to yield consistently in different locations or seasons. **Am. Potato J.**, n.36, p.385-95, 1959.
- POTTS, B.M.; POOTS, W.C. *Eucalypt* breeding in France. **Australian Forestry**, n.49, p.210-18, 1986.
- PRYOR, L.D.; WILLING, R.R. The vegetative propagation of *Eucalyptus*: na account of progress. **Australian Forestry**, n.27, p.52-62, 1963.
- QUIJARA, R.M. Interaction genótipo x ambiente. In: FAO/DANIDA. **Mejora genetica de arboles forestales**. Mérida: FAO, 1980. p.231-5.
- RAUTER, R.M. Recent advances in vegetative propagation including biological and economic consideration and future potencial. In: IUFRO CONFERENCE ON JOINT MEETING OF WORKING PARTIES ON GENETICS ABOUT BREEDING STRATEGIES INCLUDING MULTICLONAL VARIETIES, Escherode, 1982. **Proceedings**. p.35-57.
- RESENDE, M.D.V.; OLIVEIRA, J.G. Environmental stratification for breeding *Eucalyptus spp* based on genotype x environment interaction and measurements of site dissilarities. In: SYMPOSIUM BORDEAUX FRANCE ON MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES. **Proceedings**. Nangis, France: AFOCEL, 1992. t.1. p.293-99.
- RICHMOND, K.P. A seed orchard of supeior *Eucalyptus regnans*. **Institute of Foresters of Australia Newsletter**, v.12, n.3, p.13-5, 1971.
- ROUNLUND, H. Comparative study of characteristics of seedlings and clonal cuttings. **New Zealand Forestry Research**, v.4, n.2, 1974.
- SAM FOSTER, G.; CAMPBELL, R.K.; ADAMS, W.T. Heritability, gain and "C" effects in rooting of western hemlock cuttings. **Canadian Journal of Forest Research**, v.14, n.5, p.628-38, out. 1984.

- SCHIMIZU, J. Vegetative propagation for tree improvement and operational planting. In: **Actas Manejo Silvicola del Gênero Eucalyptus**. [S.l.]: INFORCORFO, 1988.
- SHELBOURNE, C.J.A. Genetic gains from different kinds of breeding population and seed or plant production population. In: IUFRO SYMPOSIUM ON INTENSIVE FORESTRY – THE ROLE OF EUCALYPTS, Durban, South Africa, 1991. **Proceedings**. Pretoria, South Africa: Southern African Institute of Forestry, 1991. v.1. p.300-17.
- SHELBOURNE, C.J.A. Genotype environment interactions: its study and its implications in forest tree improvement. In: IUFRO GENETIC SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokio, 1972. **Anais**. Japão: The Government Forest Experiment Station of Japan, 1972. p.b-1/b-28.
- SHELBOURNE, C.J.A. Tree breeding methods. A review of tree breeding strategies in relation to classical plant breeding methods with quantitative genetic expectations of gain and predictions using data from *Pinus radiata*. **Forest Service Technical Paper**, n.55. Wellington: New Zealand Forest Service, 1969. 45p.
- SHELBOURNE, C.J.A. The use of vegetative propagation for genetic and physiological information. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v.4, n.2, p.418-25, 1974.
- SHELBOURNE, C.J.A; CAMPBELL, R.K. The impact of genotype environment interaction on tree improvement. In: JOINT MEETING ON ADVANCED GENERATION BREEDING, Bordeaux, 1976. **Proceedings**. Nangis, França: AFOCEL, 1976. p.73-96.
- SHELBOURNE, C.J.A; CROCKREM, F.R.M. Progeny and clonal test designs for New Zealand's tree breeding programs. **Tree Improvement Report**, n.º 41. New Zealand: New Zealand Forestry Research Institute, 1969. 15p.
- SILVA, J.G.; BARRETO, J.N. Aplicação de regressão linear segmentada em estudos de interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, Piracicaba, 1985. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.49-50.

- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics.** New York: McGraw Hill Book Company, 1960. 481p.
- STRUVE, D.K.; TALBERT, J.T.; MCKEAND, S.E. Growth of rooted cutting and seedlings in a 40-year-old plantation of eastern white pine. **Canadian Journal of Forest Research**, v.14, n.3, p.462-4, jun.1984.
- SWEET, G.B.; WELLS, L.G. Comparison of the growth of vegetative propagules and seedlings of the *Pinus radiata*. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v.4, n.2 p.339-40, 1974.
- TAI, G.C.C. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop. Science**, n.11, p.184-190, 1971.
- TALBERT, J.T. & STRUVE, D.K. Growth of rooted cuttings and seedlings in a 40-years-old plantation of Eastern white pine. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, n.14, 1984.
- THODAY, J.M. Balance heterozygosity and development stability. **Col. Spring Harbor Symposia Quantit. Biol.**, n.20, p.318-326, 1955.
- TOMAZELO FILHO, M. **Estudos sobre cancro causado por *Diaporthe cubensis* Bruner – etiologia e resistência em *Eucalyptus spp.*** Piracicaba, 1976. 106p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- THORPE, T.A.; HARRY, I.S.; KUMAR, P.P. Application of micropropagation to forestry. In: DEBERGH, P.C.; ZIMMERMAN, P.H. **Micropropagation: technology and application.** Dordrecht: Kluwer Academic, 1991. p.311-36.
- VALLE, C.F. Fatores que afetam o enraizamento de estacas de *Eucalyptus spp.* **IPEF Boletim Informativo**, v.6, n.18, p.107-17, jul. 1978.
- VAN WYK, G. Tree breeding in support of vegetative propagation of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **South African Forestry Journal**, n.135, p.33-39, 1985.

- VAN WYK, G.; SCHÖNAU, A.P.G.; SCHÖN, P.P. Growth potencial and adaptability of young *Eucalypt* hybrids in South Africa. In: IUFRO CONFERENCE ON BREEDING TROPICAL TREES, Pattaya, Thailand, november 1988. **Proceedings**. Oxford, USA: Oxford Forestry Institute; Virginia, USA: Winrock International, 1989. p.325-33.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.
- VERGARA, P.R. **Plantios clonais e multiclonais em relação a outros materiais genéticos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden na região de Lençóis Paulista, SP**. Piracicaba, 1989. 81p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- VERMA, M.M.; CHARAL; MURTY. Limitations of conventional regression analysis a proposed modification. **Theoretical Applied Genetics**, n.53, p.89-91, 1978.
- VIEIRA, J.D. **Análise do teste clonal de clones estaquiados e micropropagados de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla***. Piracicaba: ESALQ-USP, 1991. 27p. Trabalho apresentado à disciplina de Biometria Florestal.
- VIEIRA, J.D.; DINIZ, A.S. A aplicação da cultura de tecidos no melhoramento florestal. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 8, Campinas, 1990. **Anais**. Campinas: SBS, 1990.
- VIEIRA, J.D.; BRESSAN, C.; DINIZ, A.S.; SILVA, A.P.; FREITAS, M. Clonal silviculture at Champion Papel e Celulose Ltda. do Brasil. In: SYMPOSIUM BORDEAUX FRANCE ON MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, Boudeaux, 1992. **Proceedings**. Nangis, France: AFOCEL, 1992. t.1. p.283-91.
- WAREING, P.F. Some aspects of differentiation in plants. **Sympo. Soc. Exp. Biol.**, n.24, p.323-44, 1971.

- WOILER, S.; MATHIAS, W.F. **Projeto, planejamento, elaboração e análise.** São Paulo: Atlas, 1989. p.
- WRICKE, O. Über eine methode zur erfassung der ökologischen Streubreite in feldversuchen. **Z. Pflanzenzucht**, n.47, p.92-6, 1962.
- WRIGHT, J.W. **Introduction to forest genetics.** New York: Academic Press, 1976. 463p.
- YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of group of experiments. **J. Agric. Sci.**, n.28, p.556-60, 1938.
- ZOBEL, B.J. Vegetative propagation in production forestry. **Journal of Forestry**, v.90, n.4, p.29-33, 1992.
- ZOBEL, B.J. Vegetative propagation in forest management operations. In: SOUTHERN FOREST TREE IMPROVEMENT MEETING, 16, Blacksburg, Virginia, 1981. **Proceedings.** p.149-59.
- ZOBEL, B.J.; CAMPINHOS, E.; IKEMORI, Y. Selecting and breeding for desirable wood. **Tappi**, n.66, p.704, 1983.
- ZOBEL, B.J.; KELLISON, R.C. **The importance of genotype x environment interaction in forest management.** [s.n.t.]. 9p.
- ZOBEL, B.J.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement.** New York: John Willy & Sons, 1984. p.310-37.
- ZOBEL, B.J.; WEIR, R.J.; JETT, J.B. Breeding methods to produce progeny for advanced generation selection and to evaluate parent trees. In: BURLEY, J.; NILLES, D.G. **Selection and breeding to improve some tropical conifers.** Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1973. v.2. p.180-202.