CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO EM VIVEIRO DE HÍBRIDOS DE
POLINIZAÇÃO ABERTA DE *Eucalyptus* SPP.

SILVANA MARIA PAES CANGIANI

Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO NATAL GONÇALVES

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências Florestais.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Maio - 1990

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Cangiani, Silvana Maria Paes

C222c Caracterização e avaliação em viveiro de híbridos
de polinização aberta de Eucalyptus spp. Piracicaba, 1990.
106 p. ilustr.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Eucalipto - Polinização 2. Híbrido de eucalipto -
Caracterização 3. Híbrido de eucalipto - Produção 4. Hí-
brido de eucalipto - Viveiro - Avaliação I. Escola Supe-
rior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 634.9734

CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO EM VIVEIRO DE HÍBRIDOS DE
POLINIZAÇÃO ABERTA DE *Eucalyptus* spp.

SILVANA MARIA PAES CANGIANI

Aprovada em: 22/06/1990

Comissão julgadora

Prof. Dr. Antonio Natal Gonçalves

ESALQ/USP

Prof. Dr. Mário Ferreira

ESALQ/USP

Prof. Dr. Gerhard Bandel

ESALQ/USP

Prof. Dr. ANTONIO NATAL GONÇALVES
Orientador

À memória de minha avó Jesusa
pelo exemplo de vida e por seu
espírito luminoso que sempre
me guiou

OFEREÇO

À minha mãe Vera que durante
a minha vida me apoiou e in-
centivou

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Prof. Dr. Antonio Natal Gonçalves pela orientação e amizade.

Ao Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto pelo apoio ao meu trabalho, tendo contribuído com idéias valiosas, execução da análise estatística e interpretação dos dados experimentais.

Ao Prof. Dr. Mário Ferreira pelas sugestões e apoio ao meu trabalho.

Aos funcionários do viveiro do Departamento de Ciências Florestais, que apoiaram meu trabalho em todas as etapas.

Aos funcionários da Biblioteca do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, em especial à Marialice Metzker Poggiani, que concedeu o apoio necessário durante o Curso de Pós-Graduação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que tornaram possível este trabalho.

À Companhia Suzano de Papel e Celulose S/A pela doação das sementes utilizadas neste trabalho.

A todos os amigos do Curso de Pós-Graduação em especial a Celina Ferraz do Valle e Vera Lex Engel pelo incentivo e amizade sincera.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para que tornasse possível este trabalho.

S U M Á R I O

	Página
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FOTOS	xiv
RESUMO	xv
SUMMARY	xviii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Importância, uso e problemas da hibridação	4
2.2. Ocorrência de híbridos de <i>Eucalyptus</i>	7
2.3. Estudos morfológicos e anatômicos em hí- bridos e espécies puras	9
2.3.1. Estudos morfológicos e anatômicos no gênero <i>Eucalyptus</i>	9
2.3.2. Morfologia das folhas juvenis para as espécies de <i>Eucalyptus</i> utiliza- das	14
2.3.3. Estudos morfológicos e anatômicos em outros gêneros de plantas arbóreas.	15
2.4. Comportamento silvicultural dos híbridos..	16
2.4.1. Comportamento silvicultural de hí- bridos do gênero <i>Eucalyptus</i>	16
2.4.2. Comportamento silvicultural de hí- bridos em outros gêneros de plantas arbóreas	20
2.5. Métodos para a produção de híbridos	22
2.6. Avaliação de híbridos	24

	Página
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Material botânico em estudo	25
3.2. Híbridos	27
3.3. Espécies parentais.....	29
3.4. Local do ensaio	29
3.5. Teste de germinação das sementes	29
3.6. Caracterização e avaliação do material em viveiro	30
3.6.1. Instalação dos ensaios	30
3.6.2. Repicagem das mudas	31
3.6.3. Instalação em delineamento estatístico	32
3.6.4. Avaliação dos ensaios	33
3.6.5. Caracterização fenotípica	35
3.6.6. Análise estatística	36
3.6.6.1. Análise da variância univariada	36
3.6.6.2. Análise discriminante	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1. Híbridos de polinização aberta entre <i>Eucalyptus saligna</i> e <i>E. tereticornis</i> (ensaio 1)	41
4.1.1. Avaliação da porcentagem de germinação das sementes	41
4.1.2. Avaliação do ensaio aos 3 meses ..	42
4.1.3. Avaliação do ensaio aos 8 meses ...	50
4.2. Híbridos de polinização aberta entre <i>Eucalyptus grandis</i> e <i>E. camaldulensis</i> (ensaio 2)	61
4.2.1. Avaliação da porcentagem de germinação das sementes	61

	Página
4.2.2. Avaliação do ensaio aos 3 meses ...	61
4.2.3. Avaliação do ensaio aos 8 meses ...	69
4.3. Considerações finais	81
5. CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
APÊNDICES.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura nº		Página
1	Representação de mudas de <i>Eucalyptus saligna</i> (a), <i>Eucalyptus tereticornis</i> (b) e o híbrido de polinização aberta <i>Eucalyptus saligna</i> x <i>E. tereticornis</i> , aos 2 meses	48
2	Crescimento em altura (cm) do <i>Eucalyptus saligna</i> , <i>Eucalyptus tereticornis</i> e do híbrido de polinização aberta <i>Eucalyptus saligna</i> x <i>E. tereticornis</i> , em função da idade	57
3	Crescimento em diâmetro do colo (mm) do <i>Eucalyptus saligna</i> , <i>Eucalyptus tereticornis</i> e do híbrido de polinização aberta <i>Eucalyptus saligna</i> x <i>E. tereticornis</i> em função da idade	58
4	Número de híbridos de <i>Eucalyptus saligna</i> x <i>E. tereticornis</i> por classes de comprimento de folha (cm)	60
5	Representação de mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> (a), <i>Eucalyptus camaldulensis</i> (b), e o híbrido de polinização aberta <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> (c), aos 2 meses	67

Figura nº

6	Crescimento em altura (cm) do <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> e do híbrido de polinização aberta <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> , em função da idade	77
7	Crescimento em diâmetro do colo (mm) do <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> e do híbrido de polinização aberta <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> , em função da idade	78
8	Número de híbridos de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> por classes de comprimento de folha (cm)	80

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela nº		
1	Espécies de <i>Eucalyptus</i> utilizadas para a hibridação	25
2	Classificação taxonômica do <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus saligna</i> , <i>Eucalyptus camaldulensis</i> e <i>Eucalyptus tereticornis</i>	26
3	Características do <i>Eucalyptus saligna</i> , <i>Eucalyptus tereticornis</i> , <i>Eucalyptus grandis</i> e <i>Eucalyptus camaldulensis</i> consideradas importantes para a hibridação	27
4	Descrição da folha de eucalipto	35
5	Porcentagem de germinação das sementes de <i>Eucalyptus</i> no ensaio 1	
6	Resultados da análise da variância e teste de Tukey a 5%, para altura (cm), diâmetro do colo (mm), comprimento de folha (mm), largura de folha (mm), razão comprimento/largura foliar, aos 3 meses, no ensaio 1 ..	43
7	Tipos híbridos determinados através de semelhança fenotípica ao <i>Eucalyptus tereticornis</i> , aos 3 meses, no ensaio 1	45
8	Análise discriminante - porcentagem de classificação em um dado tratamento, aos 3 meses, no ensaio 1	47

Tabela nº

9	Porcentagem de variação em cada fonte, para altura, diâmetro do colo, comprimento de folha, largura de folha, razão comprimento/largura foliar, aos 3 meses, no ensaio 1 ..	49
10	Resultados da análise da variância e teste de Tukey a 5%, para altura (cm), diâmetro do colo (mm), comprimento de folha (cm), largura de folha (cm), razão comprimento/largura foliar e comprimento do pecíolo (mm), aos 8 meses, no ensaio 1	51
11	Tipos híbridos determinados através de semelhança fenotípica ao <i>Eucalyptus tereticornis</i> , aos 8 meses, no ensaio 1	52
12	Análise discriminante - porcentagem de classificação em um dado tratamento, aos 8 meses, no ensaio 1	55
13	Porcentagem de germinação das sementes de <i>Eucalyptus</i> no ensaio 2	61
14	Resultados da análise da variância e teste de Tukey a 5%, para altura (cm), diâmetro do colo (mm), comprimento de folha (mm), largura de folha (mm), razão comprimento/largura foliar, aos 3 meses, no ensaio 2 ..	62
15	Tipos híbridos determinados através de semelhança fenotípica ao <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , aos 3 meses, no ensaio 2	64

Tabela nº

16	Análise discriminante - porcentagem de classificação em um dado tratamento, aos 3 meses, no ensaio 2	65
17	Porcentagem de variação em cada fonte, para altura, diâmetro do colo, comprimento de folha, largura de folha, razão comprimento/largura foliar, aos 3 meses, no ensaio 2 ...	69
18	Resultados da análise da variância e teste de Tukey a 5%, para altura (cm), diâmetro do colo (mm), comprimento de folha (cm), largura de folha (cm), razão comprimento/largura foliar e comprimento do pecíolo (mm), aos 8 meses, no ensaio 2	70
19	Tipos híbridos determinados através de semelhança fenotípica ao <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , aos 8 meses, no ensaio 2	73
20	Análise discriminante - porcentagem de classificação em um dado tratamento, aos 8 meses, no ensaio 2	75

LISTA DE FOTOS

Página

Foto Nº

1	Botões florais em híbrido de polinização aberta <i>Eucalyptus saligna</i> x <i>E. tereticornis</i> , aos 8 meses	53
2	Tuberosidade lenhosa em híbrido de polinização aberta de <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i> , aos 8 meses	72

**CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO EM VIVEIRO DE HÍBRIDOS DE
POLINIZAÇÃO ABERTA DE *Eucalyptus* spp.**

Autor: SILVANA MARIA PAES CANGIANI

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO NATAL GONÇALVES

RESUMO

No presente estudo, híbridos de *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* e de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* produzidos através da técnica de polinização aberta, foram avaliados quanto ao comportamento e as características mais importantes para identificação e conseqüente seleção em viveiro, aos 3 e aos 8 meses de idade.

O *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* foi obtido plantando-se uma linha de *Eucalyptus saligna* Smith entre três linhas de *Eucalyptus tereticornis* Smith, coletando as sementes em duas árvores de *Eucalyptus saligna*. O híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* foi obtido plantando-se uma linha de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden entre três linhas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, coletando as sementes em duas árvores de *Eucalyptus grandis*. Os híbridos foram comparados às respectivas espécies parentais, pertencentes a mesma procedência e lote de sementes.

Para o híbrido *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* as características mais importantes para a identificação foram altura da planta, comprimento, largura e coloração das folhas e comprimento do pecíolo. Para esse cruzamento foram identificados fenotipicamente cinco tipos híbridos com base em características foliares. O híbrido apresentou sistema radicular profundo, semelhante ao *Eucalyptus tereticornis*. Aos 8 meses foram observados botões florais. O híbrido mostrou-se vigoroso nas idades avaliadas.

Para o híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* as características mais importantes para a identificação foram comprimento, largura e coloração das folhas, comprimento do pecíolo e presença da tuberosidade lenhosa. A tuberosidade lenhosa foi identificada apenas aos 8 meses. Foram identificados fenotipicamente dois tipos híbridos aos 3 meses e quatro aos 8 meses, tendo como base características foliares e tuberosidade lenhosa. O sistema radicular do híbrido foi semelhante ao do *Eucalyptus grandis* e este cruzamento não mostrou superioridade em relação às espécies parentais nas idades avaliadas.

Nos dois cruzamentos estudados a avaliação fenotípica subestimou a porcentagem de híbridos em relação à idade de 8 meses. Para o cruzamento *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* identificou-se 40% e 72% e, para o cruzamento *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* 13% e 33% de híbridos, aos 3 e 8 meses, respectivamente.

A análise discriminante identificou para o cruzamento *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* 70% e 83% e para o cruzamento *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* 62% e 57% de híbridos aos 3 e 8 meses, respectivamente. Esses valores altos foram atribuídos ao grande número de plantas com aspecto intermediário de difícil identificação e, em alguns casos, a escolha das características que não permitiram uma boa discriminação dos materiais genéticos.

Os híbridos mostraram diferentes padrões de segregação das características.

**NURSERY CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF *Eucalyptus* spp.
HYBRIDS FROM OPEN POLLINATION**

Author: SILVANA MARIA PAES CANGIANI

Adviser: Prof. Dr. ANTONIO NATAL GONÇALVES

SUMMARY

In this work, hybrids of *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* and of *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* produced through open pollination were evaluated in relation to their behavior and the most important characteristics for their identification and consequent selection in the nursery at the 3rd and 8th months of age.

The hybrid *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* was obtained from seeds collected in two *Eucalyptus saligna* Smith trees planted in a row within three rows of *Eucalyptus tereticornis* Smith. While, the hybrid *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* was obtained from seeds collected in two *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden trees planted in a row within three rows of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. The hybrids were compared to their respective parental species from the same provenance and seed lots.

For the hybrid *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* identification, the most important characteristics were: plant height; leaf length, width and color and petiole length. Based on leaf characteristics, five phenotypic types were identified for this breed. The hybrid showed deep root system (tap root) like *Eucalyptus tereticornis*. The hybrid showed to be vigorous at both ages of evaluation. Several flower buds were observed in some plants at the 8th months age evaluation.

For the hybrid *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* identification, the most important characteristics were: leaf length, width and color; petiole length and lignotuber presence. The lignotuber was observed only at the 8th month of age. Based on leaf characteristics and lignotuber presence, two hybrid phenotypical types were identified at the 3rd month of age. While, four phenotypical types were identified at the 8th month of age. The hybrid showed a root system like *Eucalyptus grandis* and did not show superiority in relation to the parental species at both ages of evaluation.

In the two breeds studied, the phenotypical evaluation underestimated the percentage of hybrids at the 8th month of age. The hybrid identification percentage were 40% and 72% for *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* and 13% and 33% for *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* respectively at the 3rd and 8th months of age evaluations.

The discriminant analysis identified 70% and 83% for *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* and 62% and 57% for *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* of hybrids respectively at the 3rd and the 8th months of age evaluations. These high values were attributed to the high number of plants with intermediary aspect of difficult identification, and in some of the cases, to the choice of characteristic that would not allow a good discrimination of the genetic material.

The hybrids showed different segregation patterns of the characteristics.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a grande maioria dos reflorestamentos utilizam espécies de rápido crescimento, principalmente dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*.

Com o aumento da demanda de madeira, novas áreas antes consideradas marginais por aspectos físicos, químicos e biológicos passaram a ser utilizadas.

Para as áreas consideradas marginais, muitas vezes, as espécies puras não mostraram desempenho adequado por limitações de ordem genética. Nesse contexto, surgiu a possibilidade de se usar os híbridos como alternativa. A recombinação gênica que ocorre com a hibridação permite criar novas combinações que, em alguns casos, são desejadas do ponto de vista silvicultural. O aproveitamento dos híbridos deve-se principalmente, pelo vigor apresentado por alguns indivíduos e, na maioria dos casos, pela combinação de características favoráveis das espécies parentais.

Para a produção dos híbridos os métodos existentes são a polinização controlada e aberta. A polinização controlada embora eficiente, apresenta altos custos e difi-

culdade na execução do trabalho. Enquanto a polinização aberta apresenta-se como uma alternativa simples e de baixo custo.

O grande problema com a produção de híbridos através da polinização aberta é que o sistema reprodutivo dos eucaliptos é descrito como predominantemente de fecundação cruzada, onde são relatados alguns níveis de autofecundação (GRIFFIN, 1988). Portanto, as mudas produzidas através desta técnica podem possuir: cruzamento interespecífico, intra-específico e autofecundação. Se o desejado é o cruzamento interespecífico, faz-se necessário separá-los em viveiro.

No gênero *Eucalyptus* são poucos os trabalhos que definem quais as melhores características a serem utilizadas na identificação de híbridos. Além disso, pouco se conhece sobre o comportamento de mudas. Cada cruzamento realizado possui características próprias e requer a escolha dos melhores critérios para a identificação dos materiais genéticos.

Com base no exposto, foram os seguintes os objetivos do trabalho:

- Testar híbridos de *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* e *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* produzidos através de polinização aberta.

- Definir os melhores critérios de identificação dos híbridos e, conseqüente seleção de plantas de geração F_1 , em viveiro.

- Acompanhar o desenvolvimento das mudas de híbridos, comparando-as às respectivas espécies parentais para avaliar seu desenvolvimento e comportamento em função das novas combinações gênicas.

- Obter porcentagem de híbridos através de análise fenotípica e discriminante do material.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. IMPORTÂNCIA, USO E PROBLEMAS DA HIBRIDAÇÃO

Para METTLER & GREGG (1973), híbridos são descendentes de pais nitidamente diferentes. O termo hibridação é usado em vários sentidos. Do ponto de vista da evolução, serve para descrever cruzamentos entre diferentes populações, raças ou espécies. A hibridação entre espécies é restrita quase que exclusivamente às plantas. ZOBEL & TALBERT (1984) definem a palavra híbrido como o cruzamento entre espécies, raças ou diferentes genótipos dentro de uma população.

A importância evolucionária da hibridação é juntar genótipos diferentes e possibilitar a recombinação, não somente de muitos genes diferentes, como também de complexos gênicos coadaptados. A formação de híbridos interespecíficos, desde que sejam parcialmente interférteis em relação aos pais, representa um mecanismo pelo qual complexos gênicos (ou mesmo cromossomos inteiros) podem passar de uma espécie para outra (METTLER & GREGG, 1973).

FOWLER (1978) comenta que a hibridação pode criar novas combinações de genes, algumas superiores às que se encontram em um ou outro progenitor. Quando pode-se utilizar economicamente essas combinações a hibridação é uma alternativa viável nos programas de melhoramento.

SCHMITT (1975) sugeriu que a hibridação inter específica pode ser usada como: 1) ferramenta nos programas de melhoramento; 2) método para a produção de população de híbridos, que serve como fonte de novo material genético; 3) componente essencial em um programa de melhoramento de grande porte.

O autor relata que a hibridação usada como ferramenta nos programas de melhoramento é útil quando um ca rãter está presente em um segmento do recurso gênico, mas ausente na população melhorada, é o caso de resistência a pragas e doenças, adaptabilidade, propriedades químicas e ci toplasmáticas e baixa produção de sementes. Com maior frequência, a hibridação é encarada como um componente maior nos programas de melhoramento e, a população híbrida é fonte de material melhorado.

De forma resumida, a hibridação de populações pode resultar em: a) aumento da variabilidade genética, expressa pelo coeficiente de variação fenotípica, permitindo a seleção de tipos extremos que não apareceriam nas populações parentais (SANTOS et alii, 1988); b) combinação de ca-

racterísticas favoráveis das populações parentais na descendência (BRAUER, 1973; FOWLER, 1978; ZOBEL & TALBERT, 1984; SANTOS et alii, 1988); c) aparecimento da heterose ou vigor de híbrido, quando para uma determinada característica o valor médio desse caráter na geração F_1 é superior a média dos pais (BRAUER, 1973; ZOBEL & TALBERT, 1984; MARTIN, 1987; SANTOS et alii, 1988).

Muitas espécies de eucalipto hibridam-se naturalmente ou podem ser prontamente cruzadas. O interesse pelos híbridos foi valorizado devido a sua importância em resolver problemas taxonômicos e pelo desenvolvimento excepcional de certos indivíduos (ELDRIDGE, 1978).

PRYOR & JOHNSON (1971) comentam que a hibridação natural em *Eucalyptus* ocorre em zonas limitadas, nas junções de áreas de duas espécies parapátricas. Os híbridos estão freqüentemente associados com áreas de distúrbios humanos. Todavia, existem casos de ocorrência de híbridos na ausência de distúrbios recentes e, a hibridação em resposta a mudanças não relacionadas com a intervenção humana no ambiente, tem um papel importante na história evolucionária dos eucaliptos.

Para SANTOS et alii (1988), os híbridos são, geralmente, mais plásticos que as populações puras. A associação de genomas com complexos adaptativos diferentes aumenta a capacidade de sobrevivência e crescimento em áreas marginais.

O maior problema relacionado à hibridação entre espécies, é que esta pode destruir sistemas adaptativos altamente evoluídos e o resultado são híbridos menos aptos que os progenitores (LESTER, 1973; FOWLER, 1978; ZOBEL & TALBERT, 1984).

LESTER (1973) relata que os cruzamentos inter-específicos são de difícil previsão *a priori*. O conhecimento dos padrões de herança e variação genética dos cruzamentos intra-específicos são de pouco valor quando são feitas novas combinações gênicas.

Quando as espécies a serem cruzadas são muito divergentes geneticamente, os híbridos resultantes podem apresentar alto grau de esterilidade e deficiências, podendo chegar a incapacitação fisiológica (BRAUER, 1973). Em árvores existem dois tipos de barreiras para a hibridação: a incompatibilidade e a inviabilidade. A incompatibilidade envolve problemas relacionados a genótipos divergentes e a inviabilidade do híbrido inclui qualquer bloqueio ocorrido depois da formação do zigoto até o período de maturidade fisiológica (KRIEBEL, 1975).

2.2. OCORRÊNCIA DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus*

GRIFFIN et alii (1988) relatam que para os eucaliptos, os diferentes subgêneros são reprodutivamente iso-

lados sob condições naturais e manipuladas. Dentro do subgênero, a distribuição geográfica é o maior determinante da hibridação natural. Ao longo do gênero, a hibridação natural é um fenômeno restrito. Para os autores, a ocorrência de combinações híbridas reflete a hierarquia de afinidades taxonômicas. Em ordem decrescente de frequência, os híbridos ocorrem entre pares de espécies dentro de séries, entre séries e entre secções. Os autores colocam as seguintes características como de espécies com maior facilidade para a hibridação: a) espécies amplamente distribuídas; b) espécies que crescem na mesma área com um grande número de espécies relacionadas.

PRYOR (1978) comenta que nos eucaliptos, os híbridos interespecíficos são freqüentes, mas a subdivisão das espécies parece ter evitado a hibridação em circunstâncias naturais, principalmente devido a uma barreira ecológica. Quando plantam-se duas espécies juntas, sendo que essas espécies encontravam-se isoladas, pode ocorrer grande hibridação interespecífica. É relativamente fácil encontrar árvores que são híbridos de pares de espécies que são capazes de cruzar-se quando estão próximas. No habitat natural, é pouco freqüente encontrar subdivisões extensivas entre espécies, exceto em áreas excessivamente alteradas, onde as condições tenham favorecido os grupos híbridos.

2.3. ESTUDOS MORFOLÓGICOS E ANATÔMICOS EM HÍBRIDOS E ESPÉCIES PURAS

Os estudos envolvendo a identificação de híbridos e espécies puras baseiam-se principalmente em critérios morfológicos e anatômicos. As dimensões e forma de folhas juvenis e adultas, comprimento do pecíolo, padrão de casca, caracteres de flores, frutos e sementes e, muitas outras características são de grande importância na caracterização desses materiais.

2.3.1. Estudos morfológicos e anatômicos no gênero *Eucalyptus*

Segundo PRYOR (1976), é freqüente o estudo de mudas de híbridos de eucaliptos através de marcadores genéticos. Um exemplo é fornecido por *Eucalyptus fastigata* e *Eucalyptus robertsonii*, os híbridos resultantes desse cruzamento são prontamente reconhecíveis através de suas folhas juvenis.

Muitas características morfológicas das plantas estão sujeitas ao controle de muitos genes. Por exemplo, cruzando uma espécie com frutos grandes e outra com frutos pequenos, a primeira geração do híbrido terá frutos que serão intermediários entre os dois pais. Isto é bem ilustrado pelo híbrido *Eucalyptus viminalis* x *E. globulus*. O *Eucalyptus*

viminialis possui um fruto de 8 mm de diâmetro, o *Eucalyptus globulus* possui um fruto de 20 mm de diâmetro, o híbrido F_1 tem um fruto com aproximadamente 12 mm de diâmetro. Há inúmeros exemplos de tamanhos intermediários em outros órgãos dos híbridos, como o comprimento do pecíolo da folha, tamanho da folha e comprimento do pedúnculo na inflorescência. A primeira questão a ser examinada para se determinar se uma espécie é híbrida é a observação de suas características morfológicas. O estudo de progênes de polinização aberta para um provável híbrido pode fornecer muitas informações. As características da folhagem juvenil são, geralmente, bem nítidas em mudas de quatro meses e em muitas combinações híbridas as características das folhas juvenis são fortemente contrastantes com os tipos parentais. Porém, o autor ressalta que cada caráter segrega independentemente e é capaz de recombinação. O conhecimento dos padrões de hibridação nos eucaliptos e os resultados disto são de grande importância.

PRYOR & BYRNE (1969) relatam que para os eucaliptos é regra geral a presença da tuberosidade lenhosa, já que sua ausência foi observada em 30 do total de 600 espécies, entre as quais inclui-se o *Eucalyptus grandis*. A tuberosidade lenhosa é uma protuberância que desenvolve-se nas axilas dos cotilédones, precocemente na vida da planta. Estes órgãos lenhosos contêm uma grande quantidade de gemas e amido e, quando necessário, permitem brotação vigorosa. Muito pouco é conhecido sobre o tipo de herança desse órgão. Os

primeiros estudos em geração F₁ e F₂ de híbridos de espécies com e sem tuberosidade lenhosa indicam que esta característica parece ser controlada por um gene dominante.

ODA & FERREIRA (1983) estudaram híbridos de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. A seleção de mudas híbridas em viveiro foi feita através da presença da tuberosidade lenhosa.

KAPOOR & SHARMA (1984) estudaram híbridos de *Eucalyptus citriodora* x *E. torrelliana*, pertencentes ao subgênero *Corymbia*. O estudo de características como folhas intermediárias, folhas adultas, estômatos, flores, frutos, sementes e tuberosidade lenhosa mostrou que este último parece ser um excelente caráter marcador para detecção de híbridos em viveiro. Muitas características dos híbridos foram intermediárias entre os parentais.

O híbrido *Eucalyptus tereticornis* x *E. grandis* proveniente de cruzamento controlado e o provável híbrido natural recíproco, foram estudados por VENKATESH & SHARMA (1979). Os híbridos de cruzamentos controlados e naturais mostraram-se intermediários entre os pais quanto a disposição e cor das folhas. O *Eucalyptus grandis* caracteriza-se por total ausência da tuberosidade lenhosa, já o *Eucalyptus tereticornis* a possui; as mudas apresentaram esta característica, o que parece ser uma herança de caráter dominante.

CHAPERON (1977) realizou estudos envolvendo híbridos de eucaliptos. O híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. alba* herda do *Eucalyptus urophylla* a forma esbelta do fuste e os ramos finos. Do *Eucalyptus alba*, o híbrido herda a cor do tronco, a alta densidade da madeira, a boa adaptação e a excelente desrama dos ramos. A folhagem é intermediária aos pais. O híbrido de *Eucalyptus tereticornis* x *E. saligna* herda do *Eucalyptus tereticornis* os ramos finos, que facilitam a desrama. Do *Eucalyptus saligna*, o híbrido herda a folhagem densa e escura.

ELDRIDGE (1963) estudando híbridos de polinização controlada de *Eucalyptus sieberiana* x *E. regnans* observou que aos 8 meses os híbridos apresentaram forma e cor de folhas intermediárias em relação às espécies parentais.

SHELBOURNE & DANKS (1963) estudaram híbridos de polinização controlada de *Eucalyptus grandis* x *E. tereticornis*. Resultados obtidos em viveiro indicam que o híbrido é homogêneo e suas características assemelham-se ao *Eucalyptus grandis*, exceto na tonalidade glauca das folhas que é típica do *Eucalyptus tereticornis*. PRYOR (1954) estudou híbridos de polinização controlada entre *Eucalyptus cinerea* x *E. robusta*. A progênie híbrida foi uniforme e as características morfológicas das folhas no estado juvenil foram intermediárias entre as duas espécies parentais. As características morfológicas estudadas nas folhas juvenis foram: forma,

cor, presença ou não do pecíolo, folhas alternadas ou opostas.

CAUVIN et alii (1986) estudaram cruzamentos envolvendo *Eucalyptus gunnii* e: *E. cordata*, *E. dalrympleana*, *E. viminalis*, *E. macarthurii*, *E. ovata* e *E. nitens*. A herda**bi**lidade da coloração glauca das folhas, mostrou que essa ca**ra**cterística é completamente recessiva na geração F₁ desses híbridos.

HOPPER et alii (1978) pesquisaram a ocorrência de hibridação natural entre *Eucalyptus preissiana* e *E. buprestium*, usando parâmetros morfométricos e reprodutivos. As características morfológicas avaliadas foram: comprimento e largura da folha, comprimento do pecíolo, comprimento e diâmetro do fruto, comprimento, largura e espessura do pedúnculo, comprimento e diâmetro do botão floral e número de botões florais por inflorescência. Para essas características foram encontrados muitos indivíduos intermediários.

CUNHA et alii (1979) realizaram um estudo com**pa**rativo entre *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus maculata* e seus híbridos espontâneos. A identificação dos híbridos foi feita através de análise estatística multidimensional, utili**za**ndo-se medidas de comprimento e largura máx**ima** da folha, diâmetro máx**imo** do fruto, diâmetro do opérculo, comprimento do eixo maior e eixo menor da semente. As características que definiram mais claramente os híbridos espontâneos das espécies paren**te**s.

tais e, as espécies parentais entre si, foram o comprimento e largura das folhas.

DRAKE (1980) utilizou as seguintes características para a avaliação dos híbridos *Eucalyptus melanophloia* x *E. crebra*; *Eucalyptus populnea* x *E. crebra*: comprimento do pecíolo, comprimento, largura, ângulo da base e ângulo da ponta da folha.

2.3.2. Morfologia das folhas juvenis para as espécies de *Eucalyptus* utilizadas

HALL et alii (1970) descrevem as folhas juvenis do *Eucalyptus grandis* como opostas para 3 ou 4 pares, a partir daí alternadas, oblonga-lanceoladas, com dimensões de 2,5 a 6,3 x 1,2 a 2,5 cm, finas e levemente onduladas. As folhas juvenis do *Eucalyptus saligna* são opostas por 3 ou 4 pares, a partir daí alternadas, lanceoladas, com dimensões de 3,0 a 6,3 x 2,0 a 3,0 cm, finas, levemente onduladas, verde pálido e uniforme. As folhas juvenis do *Eucalyptus tereticornis* são opostas por 3 ou 4 pares, a partir daí alternadas, elípticas a amplamente lanceoladas, com dimensões de 6,3 a 15,0 x 5,0 a 6,3 cm, de cor verde. As folhas juvenis do *Eucalyptus camaldulensis* são opostas por 3 ou 4 pares, então alternadas, ovais a amplamente lanceoladas, de cor verde acinzentado e segundo BROOKER & KLEINIG (1983) com dimensões de 26,0 x 8,0 cm.

FAO (1981) relata que o *Eucalyptus camaldulen*

sis caracteriza-se por folhas juvenis ovais a amplamente lanceoladas, pecioladas sendo os pecíolos retangulares. No *Eucalyptus grandis* as folhas juvenis são alternadas, pecioladas, lanceoladas oblongas e levemente onduladas. No *Eucalyptus saligna*, as folhas juvenis são primeiro opostas, logo alternas, lanceoladas e com um pecíolo curto. As folhas do *Eucalyptus tereticornis* são primeiro opostas, logo alternas, pecioladas, elípticas a amplamente lanceoladas.

2.3.3. Estudos morfológicos e anatômicos em outros gêneros de plantas arbóreas

BRAY & FULLOON (1987) relatam que as mudas do híbrido F₁ entre *Leucaena pulverulenta* x *L. leucocephala* podem ser separadas através de morfologia foliar.

DONOZO & ATIENZA (1983) mediram características morfológicas para a caracterização de híbridos entre *Nothofagus dombeyi* e *N. betuloides*. A análise de largura e comprimento das folhas, número de estames por flor, número de flores por inflorescência, tamanho de cúpulas, peso de sementes, razão largura/comprimento das folhas e número de sementes por cúpula, mostrou claramente que os híbridos comportaram-se de forma intermediária entre as espécies parentais.

LA REGUERA & BURLEY (1988) observaram a provável ocorrência de hibridação natural entre *Pinus caribaea* x

P. oocarpa, em Honduras. A análise dos componentes principais e análise de correlação canônica de características relacionadas a acículas, cone e compostos químicos classificaram algumas árvores como intermediárias indicando que a hibridação natural está ocorrendo. O autor salienta que nenhuma análise estatística de um pequeno número de características pode definir espécies taxonomicamente com baixa taxa de erro.

2.4. COMPORTAMENTO SILVICULTURAL DOS HÍBRIDOS

Os trabalhos envolvendo a produtividade e comportamento dos híbridos vem despertando os melhoristas florestais para um melhor aproveitamento desse recurso nos programas de melhoramento.

2.4.1. Comportamento silvicultural de híbridos do gênero *Eucalyptus*

CUNHA et alii (1979) realizaram um estudo comparativo entre *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus maculata* e seus híbridos espontâneos. O híbrido apresentou vigor superior aos pais e madeira de boa qualidade.

TOLEDO FILHO et alii (1986) determinou uma pequena superioridade do híbrido entre *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*

sobre procedências australianas de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus umbra* na região de Mogi - Mirim e Luiz Antonio-SP.

ODA & FERREIRA (1983) estudaram híbridos de polinização aberta entre *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. A população híbrida apresentou melhor uniformidade geral das árvores, melhores características de ramificação e retidão do fuste. Em competição com o *Eucalyptus saligna* na região de São Simão-SP, o híbrido apresentou 13% de superioridade em DAP (diâmetro à altura do peito) e 8% em volume.

Em estudos envolvendo híbridos de *Eucalyptus sieberiana* x *E. regnans*, ELDRIDGE (1963) observou que aos 18 meses os híbridos tiveram 97 cm de altura, enquanto que o *Eucalyptus sieberiana* teve 84 cm e o *Eucalyptus regnans* 85 cm.

CHAPERON (1977) avaliou híbridos de *Eucalyptus tereticornis* x *E. saligna* e *Eucalyptus urophylla* x *E. alba*. Para o *Eucalyptus tereticornis* x *E. saligna* o vigor híbrido manifesta-se marcadamente, a produtividade do híbrido é de 35 m³/ha/ano, enquanto que do *Eucalyptus saligna* é de 6 m³/ha/ano e do *Eucalyptus tereticornis* é de 12 m³/ha/ano. Porém, os híbridos são mais heterogêneos que as espécies parentais.

Para o híbrido *Eucalyptus urophylla* x *E. alba*,

a heterose também manifesta-se de maneira excepcional, a produtividade do híbrido aos 6 anos foi de 21 m³/ha/ano, enquanto que o *Eucalyptus alba* produziu nesta idade 5 m³/ha/ano e o *Eucalyptus urophylla* produziu 20 m³/ha/ano. Porém, o autor ressalta que o plantio híbrido é muito heterogêneo.

Os híbridos de polinização controlada *Eucalyptus tereticornis* x *E. grandis* e o cruzamento espontâneo *Eucalyptus grandis* x *E. tereticornis* foram estudados por VENKATESH & SHARMA (1979). Os híbridos de cruzamento controlado foram, a princípio, intermediários entre os pais, porém, mais tarde mostraram um desenvolvimento inferior às espécies parentais. Os híbridos espontâneos na idade de 3 anos e meio apresentaram vigor híbrido, pois mediam 9 a 10,5 m de altura e 8 a 9,5 cm de diâmetro, enquanto que o *Eucalyptus grandis* media 4 a 6,5 m de altura e 4 a 5,5 cm de diâmetro.

MEKISMEN & FRANKLIN (1984) relatam a ocorrência de híbridos de *Eucalyptus grandis* com várias espécies de eucaliptos. Segundo os autores, esses híbridos originaram-se devido a proximidade de plantio e ciclos de floração alterados por um clima exótico. Na geração F₁ os híbridos mostraram-se superiores e o uso de sementes híbridas é conveniente, pois a frequência híbrida é alta em sítios de hibridação (31%), os híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. robusta* foram 28% mais altos e tiveram 124% mais volume em madeira na idade de 2,4 anos, houve um aumento na tolerância ao frio devido a um vi

gor precoce e aumento na resistência fisiológica. Segundo os autores a pesquisa com os eucaliptos está direcionada para a produção de sementes híbridas de *Eucalyptus grandis* x *E. robusta* através da polinização aberta.

KAPOOR & SHARMA (1984) observaram híbridos heteróticos de *Eucalyptus citriodora* x *E. torrelliana*.

VENKATESH & SHARMA (1977) estudaram cruzamentos controlados interespecíficos de *Eucalyptus tereticornis* x *E. camaldulensis*. Os primeiros resultados obtidos aos 9 meses mostraram que os híbridos foram significativamente mais altos que as espécies parentais. Essa tendência acentuou-se após os 2 anos de idade, sendo que o efeito heterótico foi mais pronunciado para diâmetro que para altura. O vigor heterótico pode ser expresso diferencialmente em diferentes idades, diferentes ambientes e em cruzamentos envolvendo diferentes árvores.

VENKATESH & VAKSHASYA (1977) estudaram os efeitos de autofecundação, cruzamento intra-específico e inter-específico em *Eucalyptus camaldulensis*. O híbrido observado foi de *Eucalyptus camaldulensis* x *E. tereticornis*. Os resultados em viveiro, nos primeiros 3 meses, mostraram que o material de autofecundação foi 26% mais alto que os híbridos e 1,7% mais alto que os cruzamentos intra-específicos. Aos 8 meses houve uma inversão, o híbrido passou a ter o melhor desenvolvimento, o material de autofecundação o pior e, o ma-

terial de cruzamento intra-específico foi intermediário. Nesse caso, uma seleção em viveiro baseando-se na altura, traria desvantagens, pois o material de autofecundação foi superior nesta fase, mas apresentou depressão endogâmica mais tarde.

POTTS & REID (1985) observaram a presença de um híbrido entre populações naturais de *Eucalyptus risdonii* e *E. amygdalina*. O crescimento de híbridos de polinização aberta e progênes parentais em casa de vegetação e plantio, mostraram pouca diferença em vigor e sobrevivência.

2.4.2. Comportamento silvicultural de híbridos em outros gêneros de plantas arbóreas

HEILMAN & STETTLER (1985) pesquisaram híbridos de *Populus trichocarpa* e *Populus deltoides*. O híbrido foi significativamente superior ao *Populus trichocarpa* puro e apresentou características desejáveis como: retidão, ausência de bifurcação, ramos pequenos e alta densidade específica.

CHAPERON (1986) relata o bom comportamento do híbrido *Pinus attenuata* x *P. radiata* na França. O objetivo do cruzamento foi unir a rusticidade do *Pinus attenuata* com características do *Pinus radiata*. O híbrido mostrou um bom desenvolvimento em volume e, resistência ao vento e frio.

Em Queensland-Austrália, FRANCIS et alii (1984) detectaram a hibridação espontânea entre *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*. Na idade de 4,5 anos o híbrido suplantou o progenitor mais produtivo (*Pinus caribaea*), em altura, diâmetro, área basal e volume em 37, 25, 56 e 116% respectivamente. A sobrevivência do híbrido foi excelente, aparentou boa qualidade da madeira e habilidade para recuperação de deformações causadas pelo vento.

Progênie híbrida de *Larix decidua* x *L. leptolepis* foi estudada por KIELLANDER (1974). Aos 15 anos, mostrou ser mais produtiva que sua progênie meia irmã - *Larix leptolepis* - que obteve 62% do volume em madeira dos híbridos.

Na Austrália, NIKLES et alii (1987) observaram o comportamento promissor do híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*. O híbrido é mais produtivo que o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, principalmente em áreas encharcadas e frias, onde o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* não é adaptado.

BENSON et alii (1982) observaram árvores na Carolina do Sul-EUA, prováveis híbridos de *Pinus echinata* x *P. taeda*. A progênie do provável híbrido mostrou-se intermediária entre as espécies parentais para altura, diâmetro e sobrevivência.

SHEPPARD & CANNELL (1985) estudaram híbridos

entre *Picea sitchensis* e *P. glauca* na Escócia. Aos 10 anos, os híbridos comportaram-se melhor que a *Picea sitchensis* (progenitor superior) em ambientes considerados marginais para a *Picea sitchensis*.

2.5. MÉTODOS PARA A PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS

Basicamente o aproveitamento de híbridos se dá por 4 maneiras: 1) híbridos naturais - híbridos que existem de maneira não direcionada na área de ocorrência natural das espécies; 2) híbridos espontâneos - híbridos que ocorrem, de maneira não direcionada, em áreas de introdução; 3) híbridos de polinização aberta; 4) híbridos de polinização controlada (SANTOS et alii, 1988).

Sobre a produção de híbridos, dar-se-á ênfase na revisão de literatura à polinização aberta, que foi o método utilizado no trabalho.

Um método muito usado na produção de híbridos é a polinização aberta. Consiste do estabelecimento do pomar de determinada espécie, dentro do qual indivíduos de outra espécie são plantados, onde coletam-se sementes híbridas. Os indivíduos no qual as sementes são coletadas devem ser relativamente ou completamente auto-incompatíveis (ZOBEL & TALBERT, 1984).

GOMES (1987) utiliza na produção de híbridos de polinização aberta, um esquema de instalação de plantios intercalados, com as espécies em grupo de duas, sendo que uma funcionaria como receptiva e a outra como polinizante na razão 3:1.

MARTINS & IKEMORI (1987) relatam a utilização de método semelhante para produção de híbridos de polinização aberta. O método consiste do estabelecimento do pomar de sementes de uma espécie, com plantios alternados de indivíduos de outra espécie, onde coletam-se sementes híbridas. A diferença básica é que as árvores onde as sementes serão colhidas deverão ser relativa ou completamente auto-incompatíveis, para garantir a qualidade das sementes híbridas, evitando a autofecundação.

A COMPANHIA SUZANO DE PAPEL E CELULOSE (1987) introduziu algumas modificações no método de produção de híbridos de polinização aberta. A empresa utiliza uma espécie A como receptora de pólen (matrizes selecionadas intercaladas num povoamento) e uma espécie B como fonte de pólen (povoamento selecionado). A partir dos cruzamentos, são instalados testes de descendência visando a instalação de Área de Produção de Sementes Híbridas através da propagação vegetativa das matrizes com melhor capacidade geral de combinação. O esquema de campo pode ser o plantio intercalado de uma espécie A em talhão comercial da espécie B ou, o plantio em linhas alternadas das espécies.

2.6. AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS

A avaliação correta dos híbridos baseia-se nos caracteres utilizados para a medição e o tipo de análise estatística empregada.

Para a avaliação de híbridos um método bastante usado é a análise discriminante. QUEIROZ (1984) relata que a análise discriminante classifica um indivíduo de origem desconhecida com base em p características X' (X_1, X_2, X_p) em um entre dois (ou mais) grupos distintos.

Para VAN LAAR (1986) a análise discriminante tem 2 objetivos: 1) explicar as diferenças entre grupos em termos de um composto linear de p variáveis explanatórias, as quais maximizam a separação de grupos; 2) classificar indivíduos com probabilidade mínima de classificação errada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL BOTÂNICO EM ESTUDO

No presente trabalho foram utilizadas as seguintes espécies de *Eucalyptus* para o estudo de hibridação (Tabela 1):

Tabela 1. Espécies de *Eucalyptus* utilizadas para hibridação.

Espécie	Procedência
<i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden	Salto - SP
<i>Eucalyptus saligna</i> Smith	Itatinga - SP
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn	Petford-Queensland, Austrália
<i>Eucalyptus tereticornis</i> Smith	Laura-Queensland, Austrália

O número de cromossomos no gênero *Eucalyptus* é, para a maioria das espécies $2n = 22$ (RUGGERI, 1960, 1963). Pertence à família Myrtaceae e sua classificação taxonômica detalhada é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação taxonômica do *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus tereticornis*.

Espécie	Subgênero	Secção	Série	Código*
<i>E. grandis</i>	Symphyomyrtus	Transversaria	Salignae	SECAB
<i>E. saligna</i>	Symphyomyrtus	Transversaria	Salignae	SECAC
<i>E. camaldulensis</i>	Symphyomyrtus	Exsertaria	Tereticornes	SNEEPA
<i>E. tereticornis</i>	Symphyomyrtus	Exsertaria	Tereticornes	SNEEB

Fontes: FAO (1979); PRYOR & JOHNSON (1971).

* Segundo PRYOR & JOHNSON (1971) o intercruzamento pode ocorrer quando a primeira letra do código é igual para as duas espécies, isto é, pertencem ao mesmo subgênero.

Na escolha das espécies para os cruzamentos considerou-se a afinidade taxonômica entre elas (espécies pertencentes ao mesmo subgênero) e a possibilidade de criar combinações gênicas importantes do ponto de vista silvicultural. A **Tabela 3** traz as características dos parentais que foram consideradas mais importantes para a hibridação.

As espécies encontram-se em São Simão, Estado de São Paulo, em área pertencente à Companhia Suzano de Papel e Celulose S/A.

As coordenadas geográficas desta área são as seguintes: longitude 47°26'W, latitude 21°22'S, altitude 590 m e a precipitação média anual é de 1234 mm.

O plantio sofreu desbaste aos 3 anos de idade, retirando-se 60% das árvores.

Tabela 3. Características do *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus camaldulensis* consideradas importantes para a hibridação.

Espécie	Características
<i>Eucalyptus saligna</i>	<ul style="list-style-type: none"> - boa produtividade - não é resistente à deficiências hídricas
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	<ul style="list-style-type: none"> - baixa produtividade - boa resistência à deficiências hídricas
<i>Eucalyptus grandis</i>	<ul style="list-style-type: none"> - boa produtividade - não possui tuberosidade lenhosa - pode apresentar dificuldade para regeneração através de brotações de cepas
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> - baixa produtividade - possui tuberosidade lenhosa - boa regeneração através de brotações de cepas

Fontes: FAO (1979); FERREIRA (1979).

3.2. HÍBRIDOS

A hibridação por polinização aberta ocorreu aos 4 anos, com as espécies (item 3.1) plantadas em espaçamento de 3,0 x 2,0 m, e os híbridos foram os seguintes: a) *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*; b) *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*.

As sementes híbridas de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* foram obtidas plantando-se uma linha de *Eucalyptus grandis* entre três linhas de *Eucalyptus camaldulensis*. Foram coletadas sementes em duas árvores de *Eucalyptus grandis*. A floração simultânea para o *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus camaldulensis* ocorreu em março de 1985. O *Eucalyptus grandis* foi utilizado como progenitor feminino por apresentar floração em um período curto, quando é totalmente sobreposta pela floração do *Eucalyptus camaldulensis*, sendo que este último apresenta floração durante um período prolongado.

As sementes híbridas de polinização aberta de *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* foram obtidas plantando-se uma linha de *Eucalyptus saligna* entre três linhas de *Eucalyptus tereticornis*. Foram coletadas sementes em duas árvores de *Eucalyptus saligna*. A floração simultânea para o *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus tereticornis* ocorreu em janeiro e fevereiro de 1985. O *Eucalyptus saligna* foi utilizado como progenitor feminino por apresentar floração em um período curto, quando é totalmente sobreposta pela floração do *Eucalyptus tereticornis*, sendo que este último apresenta floração durante um período prolongado.

As sementes foram doadas pela Companhia Suzano de Papel e Celulose S/A, em julho de 1986.

3.3. ESPÉCIES PARENTAIS

Como parâmetro de comparação para os híbridos, utilizou-se sementes das espécies parentais da mesma procedência e lote de sementes. As sementes das espécies parentais foram coletadas em plantios comerciais da empresa. As espécies parentais e respectivas procedências estão citadas na **Tabela 1** (item 3.1).

As sementes foram armazenadas em câmara seca nas seguintes condições: umidade relativa de 50% e temperatura de 20°C.

3.4. LOCAL DO ENSAIO

O experimento foi instalado no viveiro do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, no município de Piracicaba-SP, na latitude 22°43'S, longitude 47°38'W, a uma altitude de 548 m, com precipitação média anual de 1250 mm.

3.5. TESTE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Em março de 1988, as sementes foram submetidas previamente a um teste de germinação. O experimento comportou 4 repetições, 3 tratamentos por ensaio (ensaio 1 e 2)

e 50 sementes por repetição (escolhidas ao acaso). Os ensaios foram os seguintes:

ensaio 1: *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*
Eucalyptus saligna
Eucalyptus tereticornis

ensaio 2: *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*
Eucalyptus grandis
Eucalyptus camaldulensis

As sementes foram dispostas em papel de filtro e acondicionadas em caixas de germinação. O papel de filtro foi umedecido na instalação e periodicamente.

As sementes foram colocadas em germinador (temperatura de 25°C, umidade relativa de 80%), segundo um esquema estatístico inteiramente casualizado. As avaliações foram feitas aos 7 e 14 dias após a instalação do teste.

3.6. CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MATERIAL EM VIVEIRO

3.6.1. Instalação dos ensaios

Os ensaios foram estabelecidos em 04/04/1988, em casa de vegetação e contou-se com os dois ensaios citados no item 3.5.

Distribuiu-se 3 g de sementes de cada trata-

mento em 6 caixas de semeadura contendo terra de subsolo. As caixas de semeadura foram identificadas e cuidadosamente irrigadas. Após a semeadura, peneirou-se uma camada fina de terra sobre as caixas e cobriu-se com palha de arroz, realizando nova irrigação.

3.6.2. Repicagem das mudas

Aos 45 dias após a semeadura (19/05/1988), as mudas foram repicadas para sacos plásticos medindo 20 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro contendo terra de subsolo. As mudas repicadas foram escolhidas ao acaso, com o objetivo de não fazer seleção nessa fase e, teve lugar no Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP. O canteiro contou com um total de 1200 recipientes, distribuídos da seguinte forma:

- . 480 mudas de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*
- . 128 mudas de *Eucalyptus grandis*
- . 128 mudas de *Eucalyptus camaldulensis*
- . 208 mudas de *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*
- . 128 mudas de *Eucalyptus saligna*
- . 128 mudas de *Eucalyptus tereticornis*

Após a repicagem, as mudas foram cobertas com sombrite para evitar a insolação direta, durante 7 dias.

3.6.3. Instalação em delineamento estatístico

Aos 63 dias (08/06/88) após a semeadura, o ensaio foi instalado em delineamento de blocos casualizados, com 10 blocos e 10 plantas por parcela, totalizando 300 plantas por ensaio. As mudas foram escolhidas ao acaso, com um total de 100 plantas por tratamento. Evitou-se a escolha de mudas tortas e/ou com folhas do ponteiro murchas ou queimadas. As sobras de mudas (item 3.6.2) foram desprezadas, coletou-se apenas material representativo para herborização.

O sorteio dos tratamentos no viveiro para os 2 ensaios ficou da seguinte forma:

- Ensaio 1

BLOCOS

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
ETESHI	ESETHI	ESHIET	ESHIET	ETHIES	ESHIET	HIETES	HIESET	ETESHI	ESHIET

onde: ET = *Eucalyptus tereticornis*

ES = *Eucalyptus saligna*

HI = *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*

- Ensaio 2

BLOCOS

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---

ECEGHI EGHIEC ECEGHI HIEGEC ECEGHI EGECHI ECHIEG EGECHI EGHIEC ECEGHI

onde: EC = *Eucalyptus camaldulensis*

EG = *Eucalyptus grandis*

HI = *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*

Os blocos foram posicionados entre 2 aspersores para fornecer a maior homogeneidade possível. As mudas foram cobertas com palha de arroz e cuidadosamente irrigadas. Aos 78 dias (22/06/88) após a semeadura, as mudas foram adubadas com NPK 5-14-3 (1 copinho de café - 50 ml - diluído em 20 litros de água).

3.6.4. Avaliação dos ensaios

Os ensaios foram avaliados no viveiro na idade de 3 meses (04/07 a 12/07/88) para:

- altura de planta, com auxílio de régua
- diâmetro do colo, com o auxílio de paquímetro digital

- condição geral da planta
- plantas com aspecto fenotípico de híbridos
- largura máxima e comprimento de 2 folhas por planta do 3º par a partir da extremidade superior, com o auxílio de paquímetro digital da seguinte maneira:

Aos 8 meses (04/12 a 15/12/88), as plantas foram avaliadas para as mesmas características da idade de 3 meses, acrescentando-se:

- comprimento do pecíolo (mm) de 3 folhas por planta
- largura máxima e comprimento de 3 folhas por planta, evitando-se os 2 pares da extremidade superior da seguinte maneira:

As avaliações foram feitas aos 3 e 8 meses de idade por representarem, a primeira, período no qual mudas de *Eucalyptus*, geralmente, são levadas para plantio e, em ambas as idades avaliadas segundo PRYOR (1976) os híbridos são contrastantes com as espécies parentais.

Encerradas as avaliações, fotografou-se o ensaio e coletou-se material para herborização.

3.6.5. Caracterização fenotípica

A caracterização fenotípica visual foi feita utilizando-se como referência a descrição foliar de eucalipto feita pela FAO (1981) e definição da forma foliar proposta por BROOKER & KLEINIG (1983), e presença da tuberosidade lenhosa na espécie, conforme apresentado na **Tabela 4**.

Tabela 4. Descrição da folha de eucalipto.

Espécie Critérios	<i>E. grandis</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. tereticornis</i>
Forma da folha	oval (levemente ondula <u>da</u>)	oval a amplamente lanceolada	oval	oval a amplamente lanceolada
Relação comprimento/largura foliar	3:1	3:1 a 5:1	3:1	3:1 a 5:1
Dimensão foliar (fase juvenil)	2,5 x 1,0 cm		3,0 x 2,0 cm	6,0 x 5,0 cm
	6,0 x 2,5 cm	26,0 x 8,0 cm	6,0 x 3,0 cm	15,0 x 6,0 cm
	16,0 x 8,5 cm		12,0 x 5,0 cm	21,0 x 10,0 cm
Cor da folha	verde a verde escuro	verde azulado	verde a verde escuro	verde acinzentado
Tuberosidade lenhosa	ausente	presente	presente	presente

Fonte: FAO (1981); BROOKER & KLEINIG (1983)

3.6.6. Análise estatística

(STEEL & TORRIE, 1980; SAS, 1982; GOMES, 1985)

A análise estatística foi feita comparando-se espécies puras e híbridos nas idades de 3 e 8 meses. Os dados foram gerados a partir da medição de todas as plantas do ensaio. Trabalhou-se com todos os dados de medição e não com média de parcelas, como usualmente vem sendo feito. O motivo deste procedimento foi refletir toda a variabilidade existente dentro da parcela e dentro da planta.

3.6.6.1. Análise da variância univariada

A análise da variância para os dados de altura de planta e diâmetro do colo, nas diferentes idades, para os dois ensaios foi realizada segundo o esquema para delineamento em blocos ao acaso, com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = u + t_i + b_j + (tb)_{ij} + u_{ijkl}$$

com os tratamentos considerados como efeitos fixos, onde Y_{ijkl} é a observação no indivíduo l , na parcela k , no bloco j , no tratamento i ; u é a média geral; t_i é o efeito do tratamento; b_j é o efeito do bloco; $(tb)_{ij}$ é o efeito entre parcelas; u_{ijkl} é o erro experimental ou efeito dentro da parcela.

A estrutura da análise da variância, para da-

dos de todas as plantas para altura e diâmetro do colo ficou:

FV	G.L.	QM	E(QM)	F
Blocos	$r - 1$	Q_1	$\sigma^2 + n \sigma^2_{\text{entre}} + nt \sigma^2_b$	Q_1/Q_3
Tratamentos	$t - 1$	Q_2	$\sigma^2 + n \sigma^2_{\text{entre}} + nb \sigma^2_t$	Q_2/Q_3
Erro entre parcelas	$(r - 1)(t - 1)$	Q_3	$\sigma^2 + n \sigma^2_{\text{entre}}$	
Erro dentro da parcela	G.L. total - G.L. blocos - G.L. tratamentos - G.L. erro entre parcelas	Q_4	σ^2	

QM = quadrado médio; E(QM) = esperança do quadrado médio;
 r = número de blocos; t = número de tratamentos; n = número de plantas; σ^2_b = variância entre blocos; σ^2_t = variância entre tratamentos; σ^2_{entre} = variância entre parcelas; σ^2 = variância do erro dentro da parcela.

A análise da variância para os dados de comprimento da folha, largura da folha, razão comprimento/largura foliar e comprimento do pecíolo da folha foi realizada segundo o delineamento em blocos ao acaso, com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijklm} = u + t_i + b_j + (tb)_k + p (tb)_l + e_{ijklm}$$

com os tratamentos considerados como efeitos fixos onde:

Y_{ijklm} é a observação na folha m , no indivíduo l , na parcela

k , no bloco j , no tratamento i ; u é a média geral; t_i é o efeito do tratamento; b_j é o efeito do bloco; $(tb)_k$ é o efeito entre parcelas; $p(tb)l$ é o efeito dentro da parcela e $eijklm$ é o erro experimental ou efeito dentro da planta.

A estrutura da análise da variância para dados de todas as plantas para comprimento da folha, largura da folha, razão comprimento/largura foliar, comprimento do pecíolo da folha ficou:

F.V.	G.L.	QM	E(QM)	F
Blocos	$r - 1$	Q_1	$\sigma^2 + f \sigma^2_{dentro} + n \sigma^2_{entre} + nt \sigma_b^2$	Q_1/Q_3
Tratamentos	$t - 1$	Q_2	$\sigma^2 + f \sigma^2_{dentro} + n \sigma^2_{entre} + nb \sigma_t^2$	Q_2/Q_3
entre parcelas	$(r-1)(t-1)$	Q_3	$\sigma^2 + f \sigma^2_{dentro} + n \sigma^2_{entre}$	
entre plantas	$(n-1) - (r-1)(t-1) - (r-1) \cdot (t-1)$	Q_4	$\sigma^2 + f \sigma^2_{dentro}$	
entre folhas	G.L. total - G.L. blocos - G.L. tratamentos - G.L. entre parcelas - G.L. entre plantas	Q_5	σ^2	

QM = quadrado médio; E(QM) = esperança do quadrado médio; r = número de blocos; t = número de tratamentos; n = número de plantas; f = número de folhas; σ_b^2 = variância entre blocos; σ_t^2 = variância entre tratamentos; σ^2_{entre} = variância entre parcelas; σ^2_{dentro} = variância entre plantas; σ^2 = variância do erro entre folhas.

3.6.6.2. Análise discriminante

A análise discriminante foi realizada assumindo o método para dados normais (variâncias iguais). Através das medições de altura, diâmetro do colo, comprimento e largura de 2 e 3 folhas por planta (3 e 8 meses, respectivamente) e comprimento do pecíolo da folha (8 meses), a análise discriminante permitiu uma nova classificação dos tratamentos, com base em observações individuais para as duas idades em questão. A análise discriminante considerou prioridade igual para os três tratamentos.

A probabilidade de um indivíduo ser classificado em um dado tratamento é dado pela seguinte fórmula (SAS,1982)

$$P_r(j/x) = \frac{e^{-0,5 D_j^2(x)}}{\sum_{j=1}^3 e^{-0,5 D_k^2(x)}}, \text{ onde:}$$

$P_r(j/x)$ = probabilidade posterior de classificação em um dado tratamento, com $j = 1,2,3$; onde:

$D_j^2(x)$ = distância quadrada generalizada da função

$D_j^2(x) = (x - \bar{x}_j) \text{COV}^{-1} (x - \bar{x}_j) - 2 \ln \text{PRIOR}_j$, onde:

x = valores observados

$\bar{x}_j$ = valores médios

COV = matriz de covariância

PRIOR_j = prioridade dos tratamentos, no caso a mesma, já que todas as plantas foram amostradas

D_k = probabilidade da característica X_1 em relação às outras características.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. HÍBRIDOS DE POLINIZAÇÃO ABERTA ENTRE

Eucalyptus saligna E *E. tereticornis* (ENSAIO 1)

4.1.1. Avaliação da porcentagem de germinação das sementes

A Tabela 5 mostra a porcentagem de germinação das sementes, para as 4 repetições.

Tabela 5. Porcentagem de germinação das sementes de *Eucalyptus*, no ensaio 1.

Tratamentos	Repetições				Média (%)
	1	2	3	4	
<i>Eucalyptus saligna</i>	96	100	90	100	96,5
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	100	92	88	96	94,0
<i>Eucalyptus saligna</i> x <i>E. tereticornis</i>	88	98	100	100	96,5

As médias obtidas através do teste de germinação

ção mostraram-se altas e semelhantes para os 3 tratamentos, por essa razão não foi realizado nenhum teste para distinguir médias de tratamentos. A boa germinação em laboratório, repetiu-se em viveiro.

4.1.2. Avaliação do ensaio aos 3 meses

As médias dos tratamentos, resultados da análise da variância e teste de Tukey (5%), para todas as características estudadas, encontram-se na **Tabela 6**.

Na análise das médias do ensaio, o híbrido mostrou-se intermediário para altura e comprimento da folha. Para diâmetro do colo e largura da folha o híbrido obteve valores maiores que as espécies parentais. A razão comprimento/largura foliar do híbrido foi a menor do ensaio.

Optou-se pela análise dos dados sem transformação. Uma análise prévia com transformação em logaritmo fez o coeficiente de variação oscilar para as diferentes características, porém não alterou resultados. Além disso, os caracteres estudados são quantitativos, o que na maioria das vezes significa normalidade, pré-requisito para a aplicação da análise da variância. O alto coeficiente de variação para algumas análises reflete a própria variabilidade do ensaio, já que houve significância para o teste F e o teste de Tukey detectou diferenças entre os tratamentos.

Tabela 6. Resultados da análise da variância e teste de Tukey a 5%, para altura (cm), diâmetro do colo (mm), comprimento de folha (mm), largura de folha (mm), razão comprimento/largura foliar, aos 3 meses, no ensaio 1.

Caracterís- ticas Materialais genéticos	Altura (cm)	Diâmetro do colo (mm)	Comprimento de folha (mm)	Largura de folha (mm)	Razão comprimento/ largura foliar
<i>Eucalyptus saligna</i>	3,24c	1,52b	21,66c	5,64c	3,93b
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	5,14a	1,60b	35,17a	7,06b	5,11a
<i>Eucalyptus saligna</i> x <i>E. tereticornis</i>	4,72b	1,71a	30,99b	8,94a	3,57c
Média geral	4,37	1,61	29,28	7,21	4,20
F	20,52**	9,49**	17,07**	24,55**	65,07**
CV exp (%)	28,01	16,12	8,97	15,30	12,54

** significativo a 1% de probabilidade

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%.

Para todas as características estudadas, a análise da variância mostrou diferenças altamente significativas entre os tratamentos. O teste de Tukey distinguiu perfeitamente os híbridos das espécies parentais. Para altura o híbrido foi intermediário, já para diâmetro do colo; o híbrido foi o melhor tratamento.

É importante ressaltar o comportamento pouco satisfatório de muitas mudas de *Eucalyptus saligna*-Itatinga, que apresentaram desenvolvimento inferior à média da espécie no ensaio e características de morfologia foliar heterogêneas.

O teste de Tukey para as características foliares, permitiu uma clara divisão dos materiais. O híbrido foi intermediário para comprimento de folha e obteve maior média para largura foliar. A razão comprimento/largura foliar do híbrido foi a menor em função da grande largura de folha apresentada por este material.

Um aspecto importante na identificação dos híbridos, foi a coloração verde-acinzentada das folhas, típico do *Eucalyptus tereticornis* (progenitor masculino), que as mudas híbridas apresentaram. SHELBOURNE & DANKS (1963) observaram o mesmo comportamento em híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. tereticornis*.

O aspecto contrastante das folhas dos híbridos com relação às espécies parentais observado no ensaio, per-

mitindo a identificação em fase de viveiro, foi relatado por diversos autores no gênero *Eucalyptus* e outros gêneros (PRYOR, 1954; ELDRIDGE, 1963; PRYOR, 1976; VENKATESH & SHARMA, 1979; KAPOOR & SHARMA, 1984; BRAY & FULLOON, 1987).

A **Tabela 7** mostra a análise fenotípica do material, com o objetivo de determinar quantas plantas aos 3 meses, aparentavam hibridação, com base em critérios pré-determinados, através de semelhança fenotípica com a espécie usada como pai, no caso o *Eucalyptus tereticornis*.

Tabela 7. Tipos híbridos determinados através de semelhança fenotípica ao *Eucalyptus tereticornis*, aos 3 meses no ensaio 1.

Aspectos foliares	Frequência	
	Nº	%
folha oval, grande, formando ponta no final, verde acinzentada	19	19
folha oval, grande, formando ponta no final, verde	1	1
folha amplamente lanceolada, grande, formando ponta no final, verde acinzentada	16	16
folha amplamente lanceolada, grande, formando ponta no final, verde	2	2
folha verde acinzentada	2	2
Total	40	40

Na análise fenotípica foram encontrados 5 tipos de híbridos (Tabela 7), onde as características usadas para a identificação combinaram-se de diferentes formas. PRYOR (1976) levanta esse aspecto, quando ressalta a importância do conhecimento dos padrões de hibridação, já que cada caráter segrega independentemente e é capaz de recombinação.

A porcentagem de híbridos obtidos através dessa análise foi de 40%. As características mais marcantes na escolha do híbrido nessa fase foram: altura da muda, comprimento, largura e coloração das folhas. As características acima mencionadas permitiram clara identificação fenotípica dos cruzamentos interespecíficos.

A porcentagem de híbridos obtida pela análise discriminante com base em: altura da planta, diâmetro do colo, comprimento e largura de 2 folhas por planta, foi de 70% (Tabela 8). O número de plantas do tratamento original "híbrido" classificado como híbrido novamente na resubstituição foi de 58%. Acrescentando-se 14% classificado como *Eucalyptus tereticornis*, temos os 70 híbridos aos 3 meses.

Tanto na análise fenotípica como na discriminante, o número de híbridos identificados foi muito grande, sugerindo que o método utilizado para produção dos híbridos, polinização aberta, foi eficiente em promover os cruzamentos. O número maior de híbridos obtidos pela análise discriminante

te foi devido ao fato de que muitos indivíduos são intermediários e, essas plantas são de difícil identificação fenotípica.

Tabela 8. Análise discriminante. Porcentagem de classificação em um dado tratamento, aos 3 meses, no ensaio 1.

Tratamentos originais	Classificação de um dado tratamento (%)			Total
	<i>E. saligna</i>	<i>E. tereticornis</i>	Híbrido	
<i>Eucalyptus saligna</i>	71	8	21	100
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	18	67	15	100
Híbrido	30	12	58	100

Na idade de 3 meses, o híbrido *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* mostrou um bom desenvolvimento, o que certamente faria com que essas mudas fossem selecionadas. Quanto ao desenvolvimento radicular, a **Figura 1**, representa esse aspecto. Algumas mudas representativas foram herborizadas com o objetivo de ilustrar o comportamento das mesmas nesse período. As mudas classificadas como híbridos têm semelhança fenotípica ao *Eucalyptus tereticornis* para os critérios citados na **Tabela 4**.

O sistema radicular dos híbridos foi profundo, muito semelhante ao *Eucalyptus tereticornis*, o que pode ser de grande valor em áreas marginais, principalmente, onde ocorra déficit hídrico.

Escala - 1,0:1,3 cm

Figura 1. Representação de mudas de *Eucalyptus saligna* (a), *Eucalyptus tereticornis* (b) e o híbrido de polinização aberta *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* (c), aos 2 meses de idade.

A maior fonte de variação do ensaio foram os tratamentos. A Tabela 9 mostra a distribuição da variação nas diferentes fontes, em termos de porcentagem de variação para cada característica.

Tabela 9. Porcentagem de variação em cada fonte, para altura, diâmetro do colo, comprimento de folha, largura de folha, razão comprimento/largura foliar, aos 3 meses no ensaio 1.

Caracterís- ticas	Variação(%)			
	Tratamento (%)	entre parcelas (%)	dentro da parcela (%)	entre folhas (%)
altura	90,4	4,4	1,4	-
diâmetro do colo	73,4	7,8	5,6	-
comprimento de folha	89,6	5,2	2,0	0,06
largura de folha	89,9	3,6	2,2	0,20
razão comprimento/ largura foliar	95,4	1,4	1,2	0,20

Obs.: não se considerou na Tabela 9 a fonte de variação "blo-
cos", daí o total não somar 100%.

A maior concentração da variação nos tratamen-
tos mostra nitidamente a presença de 3 materiais genéticos.
Como as outras fontes de variação foram comparativamente me-
nores, a variação entre parcelas, dentro da parcela e entre
folhas foi suficientemente amostrada para sua variabilidade.

4.1.3. Avaliação do ensaio aos 8 meses

As médias dos tratamentos, resultados da análise da variância e teste de Tukey (5%), para todas as características estudadas, encontram-se na Tabela 10.

No estudo das médias, o comportamento dos híbridos aos 8 meses foi semelhante ao verificado aos 3 meses: intermediário em altura, comprimento de folha e comprimento do pecíolo, maior diâmetro de colo e largura da folha e a menor razão comprimento/largura foliar.

Optou-se pela análise dos dados sem transformação, pelas mesmas razões citadas no item 4.1.2.

Para todas as características avaliadas a análise da variância mostrou diferenças altamente significativas entre os tratamentos.

O comportamento em altura e diâmetro do colo, aos 8 meses, foi semelhante à idade de 3 meses, com o híbrido mostrando bom desenvolvimento. O híbrido foi intermediário em altura e obteve a melhor média para diâmetro do colo, embora sem diferença estatística significativa para o *Eucalyptus tereticornis*.

Para características foliares o teste de Tukey situou o híbrido como intermediário para comprimento de folha e pecíolo e com a maior largura foliar, permitindo, atra

Tabela 10. Resultados da análise da variância e teste de Tukey a 5%, para altura (cm), diâmetro do colo (mm), comprimento de folha (cm), largura de folha (cm) razão comprimento/largura foliar e comprimento do pecíolo (mm), aos 8 meses no ensaio I.

Características Materiais genéticos	Altura (cm)	Diâmetro do colo (mm)	Comprimento de folha (cm)	Largura de folha (cm)	Razão com primto/ largura foliar	Comprimento do pecíolo (mm)
<i>Eucalyptus saligna</i>	18,31c	3,33b	5,63c	1,51c	3,84b	6,45c
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	34,73a	4,57a	12,33a	2,70b	4,93a	12,58a
<i>Eucalyptus saligna</i> x <i>E. tereticornis</i>	31,20b	4,85a	8,73b	3,16a	2,85c	10,09b
Média geral	28,09	4,25	8,90	2,46	3,87	9,70
F	29,25**	31,37**	127,53**	74,67**	104,44**	41,63**
CV exp (%)	36,03	28,90	9,55	12,21	9,24	16,18

** significativo a 1% de probabilidade

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%.

vês desses aspectos foliares, a identificação dos materiais.

Novamente a coloração verde acinzentada aliada às dimensões das folhas foram de vital importância na separação visual do material. A Tabela 11 mostra a análise fenotípica do material, aos 8 meses.

Tabela 11. Tipos híbridos determinados através de semelhança fenotípica ao *Eucalyptus tereticornis*, aos 8 meses, no ensaio 1.

Aspectos foliares	Frequência Nº	%	Floração Nº
folha oval, grande, formando ponta no final, verde acinzen- tado	40	40	4
folha oval, grande, formando ponta no final, verde	19	19	
folha amplamente lanceolada, grande, formando ponta no fi- nal, verde acinzentada	4	4	1
folha amplamente lanceolada, grande, formando ponta no fi- nal, verde	4	4	
folha verde acinzentado	5	5	3
Total	72	72	8

A Tabela 11 mostra os mesmos tipos híbridos identificados aos 3 meses (Tabela 7). Com a evolução do en-

saio não houve manifestação de outro tipo híbrido. Porém, com a idade, 32 plantas que não aparentavam hibridação aos 3 meses, aos 8 meses manifestaram aspecto fenotípico de híbrido. Conseqüentemente, uma seleção feita aos 3 meses subestimaria o número de híbridos, mas, um aspecto importante foi que todas as plantas identificadas como híbridos aos 3 meses, mantiveram-se em tal classificação aos 8 meses.

Um aspecto importante mostrado na **Tabela 11**, foi que das 72 plantas com fenótipo híbrido, 8 apresentaram floração (**Foto 1**).

Foto 1. Botões florais em híbrido de polinização aberta *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*, aos 8 meses.

Para o melhoramento genético essa floração precoce é muito negativa. A planta, na produção de flores aloca uma grande quantidade de energia para a reprodução, em detrimento do crescimento vegetativo. As espécies parentais não apresentaram floração.

A provável explicação para a floração precoce do híbrido *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* está na divergência genética dos pais, que provocou no híbrido problemas genéticos, resultando num material anormal. Embora taxonomicamente estas espécies estejam próximas (PRYOR & JOHNSON, 1971), a floração precoce do híbrido sugere estudos para verificação da viabilidade desse híbrido em estágios mais avançados de desenvolvimento.

As espécies de *Eucalyptus* não possuem um sistema eficiente que iniba cruzamentos. A incompatibilidade a cruzamentos se dá, principalmente, a nível de subgêneros (GRIFFIN et alii, 1988). Em ambientes exóticos, as barreiras entre as espécies são rompidas permitindo o cruzamento entre espécies que não se cruzariam em seu local de origem.

A hibridação entre espécies pode levar a destruição de sistemas adaptativos evoluídos e os híbridos podem apresentar um alto grau de esterilidade e deficiências, podendo chegar a incapacitação fisiológica (BRAUER, 1973; LESTER, 1973; FOWLER, 1978; ZOBEL & TALBERT, 1984).

Quanto a identificação do material, os crité-

rios mais importantes foram altura, comprimento, largura e coloração das folhas e comprimento do pecíolo. Essas características foram igualmente importantes na identificação de híbridos por diversos autores (PRYOR, 1954; ELDRIDGE, 1963; PRYOR, 1976; VENKATESH & SHARMA, 1979; KAPOOR & SHARMA, 1984; BRAY & FULLOON, 1987).

A identificação dos híbridos através da análise discriminante separou 83% de híbridos (Tabela 12). A análise considerou: altura da planta, diâmetro do colo, comprimento, largura e comprimento do pecíolo de 3 folhas por planta.

Tabela 12. Análise discriminante. Porcentagem de classificação em um dado tratamento, aos 8 meses, no ensaio 1.

Tramentos originais	Classificação em um dado tratamento (%)			Total
	<i>E. saligna</i>	<i>E. tereticornis</i>	Híbrido	
<i>Eucalyptus saligna</i>	94	0	6	100
<i>Eucalyptus tereticornis</i>	12	78	10	100
Híbrido	17	9	74	100

O resultado da análise fenotípica ficou muito próximo da discriminante. As diferenças se devem, principalmente, aos tipos intermediários. A análise discriminante se

parou muito bem os parentais. Nesse ensaio a escolha das características permitiu uma nítida separação do híbrido.

Com relação a vigor, o híbrido mostrou um bom comportamento inicial, sendo superior à média das espécies parentais para altura e com o maior diâmetro do colo. Diversos autores relatam a existência de híbridos vigorosos para muitas espécies (ELDRIDGE, 1963; CHAPERON, 1977; VENKATESH & SHARMA, 1977; VENKATESH & VAKSHASYA, 1977; CUNHA et alii, 1979; VENKATESH & SHARMA, 1979; ODA & FERREIRA, 1983; MEKISMEN & FRANKLIN, 1984; TOLEDO FILHO et alii, 1986).

Porém, esse padrão inicial de crescimento não é o mesmo da idade adulta: *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus tereticornis* têm ritmos iniciais de crescimento diferentes. O *Eucalyptus tereticornis* pode ser mais competitivo nas fases iniciais, cresce rapidamente mas, mais tarde é superado pelo *Eucalyptus saligna*, nas condições de São Paulo.

A análise da evolução do ensaio em função da idade para altura (Figura 2) e diâmetro do colo (Figura 3) exemplifica bem os ritmos iniciais de crescimento dos diferentes materiais genéticos.

Figura 2. Crescimento em altura (cm) do *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus tereticornis* e do híbrido de polinização aberta *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*, em função da idade.

Figura 3. Crescimento em diâmetro do colo (mm) do *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus tereticornis* e do híbrido de polinização aberta *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* em função da idade.

Um aspecto importante foi o sistema radicular bem desenvolvido do híbrido, o que para regiões com problemas de déficit hídrico pode ser explorado. O grande problema desse cruzamento foi a floração precoce, reflexo de problemas genéticos no híbrido, o que limita qualquer previsão sobre seu comportamento na idade adulta.

Os **Apêndices 1 a 6** mostram os ramos que foram herborizados e desenhados, dos diferentes tratamentos, aos 8 meses. As figuras mostram diferentes padrões de segregação das características.

A **Figura 4** mostra os híbridos distribuídos em classes de comprimento de folha. Observou-se que a distribuição na geração F_1 dos híbridos, para a característica acima, foi próxima à distribuição normal. Muitas plantas foram intermediárias e, outras semelhantes à um ou outro progenitor, sugerindo a aditividade dos genes. Embora, a identificação fenotípica contemple apenas as plantas semelhantes ao progenitor masculino. Não se pode afirmar que os indivíduos semelhantes ao progenitor feminino não são híbridos, já que podem apresentar características híbridas que não foram identificadas fenotipicamente.

Um aspecto importante na segregação das características está na propagação vegetativa dos tipos mais interessantes do ponto de vista silvicultural.

Figura 4. Número de híbridos de *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* por classes de comprimento de folha (cm).

4.2. HÍBRIDOS DE POLINIZAÇÃO ABERTA ENTRE *Eucalyptus grandis* E *E. camaldulensis* (ENSAIO 2)

4.2.1. Avaliação da porcentagem de germinação das sementes

Na Tabela 13 encontram-se os dados da porcentagem de germinação das sementes para as 4 repetições.

Tabela 13. Porcentagem de germinação das sementes de *Eucalyptus* no ensaio 2.

Repetições Tratamentos	1	2	3	4	Média (%)
<i>Eucalyptus grandis</i>	92	100	100	100	98,0
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	88	100	94	100	95,5
<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	100	100	96	100	99,0

A porcentagem de germinação das sementes foi alta e semelhante para os 3 tratamentos, não justificando um teste para comparação de médias.

4.2.2. Avaliação do ensaio aos 3 meses

As médias dos tratamentos para altura, diâmetro do colo, comprimento de folha, largura de folha e razão comprimento/largura foliar estão representados na Tabela 14.

Tabela 14. Resultados da análise da variância e teste de Tukey a 5%, para altura (cm), diâmetro do colo (mm), comprimento de folha (mm), largura de folha (mm), razão comprimento/largura foliar, aos 3 meses, no ensaio 2.

Características Materiais genéticos	Altura (cm)	Diâmetro do colo (mm)	Comprimento de folha (mm)	Largura de folha (mm)	Razão comprimento/ largura foliar
<i>Eucalyptus grandis</i>	3,83b	1,66a	21,66c	6,46b	3,41b
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	4,78a	1,72a	32,05a	7,44a	4,41a
<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	4,00b	1,72a	23,80b	7,29a	3,34b
Média geral	4,20	1,70	25,84	7,06	3,73
F	20,97**	1,93ns	56,10**	6,04**	90,84**
CV exp (%)	23,96	13,68	7,54	10,10	12,22

ns não significativo

** significativo a 1% de probabilidade

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%.

Nas médias dos tratamentos para todas as características estudadas, exceto diâmetro do colo e razão comprimento/largura foliar, o híbrido mostrou-se intermediário em relação às espécies parentais. Para diâmetro do colo o híbrido foi igual ao *Eucalyptus camaldulensis* e para a razão comprimento/largura foliar o híbrido apresentou o menor valor.

Optou-se pela análise dos dados sem transformação pelas mesmas razões citadas no item 4.1.2.

Para todas as características avaliadas, exceto para diâmetro do colo, a análise da variância mostrou diferenças altamente significativas entre os tratamentos.

O teste de Tukey não distinguiu os híbridos do *Eucalyptus grandis* (espécie utilizada como mãe) para diâmetro do colo e altura. O número de híbridos identificados fenotipicamente nesse ensaio foi muito baixo, portanto, a nível de médias não foi possível uma distinção clara; num nível individual observaram-se alguns indivíduos com altura superior ao *Eucalyptus grandis* e aspecto fenotípico de híbridos.

Para comprimento e largura foliar o teste de Tukey permitiu a separação dos híbridos. Ao nível visual isso foi confirmado, as características foliares permitiram uma separação mais nítida do material.

Somado à forma da folha, existem ainda a colo

ração da folha e a presença da tuberosidade lenhosa. O *Eucalyptus grandis* não possui a tuberosidade lenhosa, já o *Eucalyptus camaldulensis* a possui, porém nessa idade nenhum híbrido apresentou essa característica.

A **Tabela 15** mostra uma análise fenotípica do material, com base em características foliares, com o objetivo de determinar quantas plantas, aos 3 meses de idade, apresentavam hibridação, através de semelhança fenotípica com a espécie usada como pai, no caso o *Eucalyptus camaldulensis*.

Tabela 15. Tipos híbridos determinados através de semelhança fenotípica ao *Eucalyptus camaldulensis*, aos 3 meses, no ensaio 2.

Aspectos foliares	Frequência	
	Nº	%
folha oval, grande, formando ponta no final, verde azulada	7	7
folha amplamente lanceolada, grande, formando ponta no final, verde azulada	6	6
Total	13	13

Os dados obtidos aos 3 meses, têm grande valor para o melhoramento genético. Nessa idade, as plantas híbridas de polinização aberta são selecionadas por características fenotípicas e levadas para o campo. Para o híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* as características mais importantes, nessa idade foram: comprimento, largura e coloração da folha. O híbrido apresentou comprimento da folha intermediário e largura próxima ao *Eucalyptus camaldulensis*. Na análise fenotípica, aos 3 meses (**Tabela 15**), foram identificados 2 tipos de híbridos, onde a coloração da folha verde azulada (própria do *Eucalyptus camaldulensis*) esteve presente nos 2 tipos identificados.

A porcentagem de híbridos obtidos pela análise fenotípica foi de 13%.

A porcentagem de híbridos obtidos através da análise discriminante feita com base em altura da planta, diâmetro do colo, comprimento e largura de 2 folhas por planta encontram-se na **Tabela 16**.

Tabela 16. Análise discriminante. Porcentagem de classificação em um dado tratamento, aos 3 meses, no ensaio 2.

Tratamentos originais	Classificação em um dado tratamento(%)			Total
	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. grandis</i>	Híbrido	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	70	17	13	100
<i>Eucalyptus grandis</i>	6	53	41	100
Híbrido	14	38	48	100

A porcentagem de plantas do tratamento original "híbrido" classificado como híbrido novamente na resubstituição foi de 48%. Soma-se a esse número os 14% classificado como *Eucalyptus camaldulensis*, temos 62% de híbridos aos 3 meses. Esse número foi 4,75 vezes maior que o obtido pela análise fenotípica. Essa diferença de números entre a análise fenotípica e a discriminante pode ter duas origens: Uma delas seria pelo fato de que nessa idade o número de mudas intermediárias entre as espécies parentais foi muito grande e, essas plantas não entram na análise fenotípica, já que têm identificação duvidosa, o que resulta em subestimação no número de híbridos, o que não ocorre na análise discriminante. Outra explicação pode estar na própria análise discriminante que, em função das características escolhidas, não conseguiu discriminar corretamente os tratamentos. Reforçando a segunda hipótese a **Tabela 16** coloca uma grande porcentagem do *Eucalyptus grandis* (41%) em "híbrido", que é um resultado que não reflete a realidade.

De uma maneira geral; nessa idade muitas plantas do tratamento "híbrido" apresentaram características típicas de plantas originárias de autofecundação: intensa ramificação, baixa estatura, folhas retorcidas.

Quanto ao vigor, o híbrido foi intermediário em relação às espécies parentais.

Na instalação do ensaio em blocos casualiza-

dos houve sobra de plantas. Algumas mudas representativas foram herborizadas e desenhadas com o objetivo de ilustrar o comportamento das mesmas nesse período (Figura 5).

Figura 5. Representação de mudas de *Eucalyptus grandis* (a), *Eucalyptus camaldulensis* (b), e o híbrido de polinização aberta *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* (c), aos 2 meses.

O sistema radicular do material híbrido foi semelhante ao do *Eucalyptus grandis*, isto é, raízes menos profundas que as apresentadas pelo *Eucalyptus camaldulensis*. Observou-se nesse híbrido um comportamento diferente do *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*, que apresentou um sistema radicular profundo, herdado do *Eucalyptus tereticornis*.

O comportamento diferenciado dos híbridos com relação ao padrão de herança das características dificulta a previsão dos resultados em cruzamentos interespecíficos. Além disso, o conhecimento dos padrões de herança e variação genética dos cruzamentos intra-específicos são de pouco valor quando se faz novas combinações gênicas (LESTER, 1973).

A maior fonte de variação do ensaio foram os tratamentos. A **Tabela 17** mostra a distribuição da variação nas diferentes fontes em termos de porcentagem de variação para cada característica.

A concentração da variação nos tratamentos confirma a ocorrência da hibridação e portanto, a presença de 3 materiais distintos. Além disso, mostra que o número de plantas por parcela e o número de folhas por planta foi suficiente para amostrar a variabilidade.

Tabela 17. Porcentagem de variação em cada fonte para altura, diâmetro do colo, comprimento de folha, largura de folha, razão comprimento/largura foliar, aos 3 meses, no ensaio 2.

Variação(%) Caracterís- ticas	Tratamento (%)	entre parcelas (%)	dentro da parcela (%)	entre folhas (%)
altura	76,0	3,6	3,0	-
diâmetro do colo	26,6	13,8	12,4	-
comprimento da folha	88,3	1,6	1,8	0,05
largura da folha	46,2	7,6	7,7	0,42
razão comprimento/ largura foliar	96,7	1,1	1,3	0,28

Obs.: não se considerou na **Tabela 17** a fonte de variação "blocos", daí o total não somar 100%.

4.2.3. Avaliação do ensaio aos 8 meses

As médias dos tratamentos, resultados da análise da variância e teste de Tukey (5%) para todas as características estudadas, encontram-se na **Tabela 18**.

Para as médias de todas as características analisadas, o híbrido mostrou-se intermediário entre as espécies parentais.

Optou-se pela análise dos dados sem transformação pelas mesmas razões citadas no item 4.1.2.

Tabela 18. Resultados da análise da variância e teste de Tukey a 5%, para altura (cm), diâmetro do colo (mm), comprimento de folha (cm), largura de folha (cm), razão comprimento/largura foliar, comprimento do pecíolo (mm), aos 8 meses no ensaio 2.

Caracterís- ticas Materiais genéticos	Altura (cm)	Diâmetro do colo (mm)	Comprimento de folha (cm)	Largura de folha (cm)	Razão com primento/ largura fo- liar	Comprimen- to do pe- cíolo (mm)
<i>Eucalyptus grandis</i>	18,99b	3,25b	5,15c	1,92c	2,73c	5,92c
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	34,77a	4,59a	10,91a	3,07a	3,76a	11,02a
<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>	21,85b	3,52b	6,48b	2,35b	2,80b	7,41b
Média geral	25,20	3,79	7,51	2,45	3,10	8,11
F	47,38**	62,25**	188,44**	24,23**	50,49**	93,67**
CV exp (%)	36,26	32,53	9,57	11,93	8,20	15,96

** significativo a 1% de probabilidade

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5%.

Para todas as características avaliadas, a análise da variância mostrou diferenças altamente significativas entre os tratamentos.

O comportamento observado aos 3 meses repetiu-se aos 8 meses, isto é, o teste de Tukey não distinguiu os híbridos do *Eucalyptus grandis* (espécie utilizada como mãe), para altura e diâmetro do colo.

Para as características foliares no teste de Tukey, o híbrido foi perfeitamente identificado das espécies parentais e mostrou um comportamento intermediário entre elas. As dimensões foliares foram um critério importante na identificação de híbridos para muitos pesquisadores (PRYOR, 1954; ELDRIDGE, 1963; PRYOR, 1976; VENKATESH & SHARMA, 1979; KAPOOR & SHARMA, 1984; BRAY & FULLOON, 1987).

Aliado a essas características a coloração das folhas auxiliou na identificação dos híbridos, assim como a presença da tuberosidade lenhosa que nessa idade foi detectada (Foto 2).

A Tabela 19 mostra a análise fenotípica do material com base em características foliares e presença da tuberosidade lenhosa com o objetivo de determinar, aos 8 meses, quantas plantas aparentavam hibridação através de semelhança fenotípica com a espécie usada como pai, no caso o *Eucalyptus camaldulensis*.

Foto 2. Tuberosidade lenhosa em híbrido de polinização aberta *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, aos 8 meses.

A porcentagem de plantas híbridas identificadas com base em critérios fenotípicos aos 8 meses foi 33%. Em relação à avaliação feita aos 3 meses houve uma manifestação do aspecto híbrido em 20 novas plantas. A seleção de mudas híbridas aos 3 meses subestimaria o número de híbridos. Porém, todas as plantas identificadas como híbridos aos 3 meses, mantiveram-se nessa classificação aos 8 meses.

Tabela 19. Tipos híbridos determinados através de semelhança fenotípica ao *Eucalyptus camaldulensis*, aos 8 meses, no ensaio 2.

Aspectos foliares	Frequência	
	Nº	%
folha oval, grande, formando ponta no final, verde azulada	24	24
folha oval, grande, formando ponta no final, verde	4	4
folha amplamente lanceolada, grande, formando ponta no final, verde azulada	3	3
plantas com tuberosidade lenhosa	2	2
Total	33	33

Foram identificados 4 tipos híbridos distintos, mostrando diferentes combinações de características.

Aos 8 meses, as características mais marcantes na seleção dos híbridos *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* foram comprimento, largura e coloração da folha e, comprimento do pecíolo, sendo que o híbrido apresentou-se aproximadamente intermediário para esses aspectos. Acrescenta-se às características foliares, a presença da tuberosidade lenhosa.

Para a tuberosidade lenhosa, 19 plantas das 31 com aspecto híbrido, apresentaram esta característica.

Além disso, 2 plantas sem aspecto foliar de hibridação apresentaram a tuberosidade lenhosa.

A tuberosidade lenhosa, citada por PRYOR & BYRNE (1969) e VENKATESH & SHARMA (1979) como uma característica que provavelmente é controlada por um gene dominante, não foi identificada aos 3 meses. Um dos métodos utilizados para provocar o aparecimento dessa característica é a rustificação através do estresse hídrico e/ou nutricional. Portanto, as condições em que o ensaio foi conduzido, consideradas ótimas do ponto de vista silvicultural, não permitiram avaliar a origem dominante ou não da característica tuberosidade lenhosa. Além disso, as mudas foram avaliadas até aos 8 meses, o que não exclui a possibilidade da manifestação dessa característica em idades mais avançadas. No ensaio em questão, e até a idade de 8 meses, a tuberosidade lenhosa foi útil como critério complementar na análise dos híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, sendo as características foliares os critérios mais seguros.

Os estudos relativos ao tipo de herança da tuberosidade lenhosa devem ser aprofundados pela sua relação com a capacidade de brotação (PRYOR & BYRNE, 1969) e, principalmente, quando o objetivo maior do cruzamento for a transferência dessa característica.

A porcentagem de híbridos obtidos através da análise discriminante feita com base em altura da planta,

diâmetro do colo, comprimento, largura e comprimento do pecíolo de 3 folhas por planta, encontram-se na **Tabela 20**.

Tabela 20. Análise discriminante. Porcentagem de classificação em um dado tratamento, aos 8 meses, no ensaio 2.

Tratamentos originais	Classificação de um dado tratamento(%)			Total
	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. grandis</i>	Híbrido	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	82	7	11	100
<i>Eucalyptus grandis</i>	0	76	24	100
Híbrido	11	43	46	100

A porcentagem de plantas do tratamento original "híbrido" classificado novamente como híbrido na resubstituição foi de 46%. Soma-se a esse número 11% classificado como *Eucalyptus camaldulensis* temos 57% de híbridos classificados aos 8 meses. Nessa idade a análise discriminante classificou melhor os tratamentos, já que os parentais foram melhor classificados, e a porcentagem de híbridos, embora superior àquela obtida na análise fenotípica, engloba os materiais intermediários de difícil identificação visual. Além disso, acrescentou-se a característica comprimento do pecíolo. Para a análise discriminante refletir com maior veracidade o ensaio, um maior número de características devem ser envolvidas, como por exemplo: compostos fenólicos das folhas,

peso seco de raiz e parte aérea, características de sementes, dimensões de botões florais e frutos.

Quanto ao vigor, ao nível de médias para altura e diâmetro do colo, o híbrido não mostrou superioridade. Porém, a nível individual algumas plantas híbridas destacaram-se em relação às demais. Outro aspecto importante é que as avaliações feitas foram precoces (3 e 8 meses); nem sempre o padrão inicial de crescimento de uma planta se mantém por todo o seu ciclo vital. No caso, o *Eucalyptus grandis* tem crescimento inicial mais lento que o *Eucalyptus camaldulensis*. Este último é mais competitivo e seu ritmo inicial de desenvolvimento é muito acelerado. Porém, para condições de São Paulo o *Eucalyptus grandis*, já no primeiro ano de vida supera o *Eucalyptus camaldulensis* em crescimento, provocando uma inversão no comportamento. As Figuras 6 e 7, para crescimento em altura e diâmetro do colo, respectivamente, mostram esse aspecto de ritmo inicial de crescimento dos diferentes materiais.

Importante no híbrido foi a presença da tuberosidade lenhosa em muitas plantas. A presença dessa característica no híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* pode ser de vital importância para o melhoramento: o retrocruzamento do híbrido com o *Eucalyptus grandis* pode fixar a característica e promover melhor brotação de touça para o *Eucalyptus grandis*, já que a presença da tuberosidade lenhosa parece ter relação com capacidade de brotação, o que na

Figura 6. Crescimento em altura (cm) do *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis* e o híbrido de polinização aberta *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, em função da idade.

Figura 7. Crescimento em diâmetro do colo (mm) do *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis* e o híbrido de polinização aberta *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, em função da idade.

segunda e terceira rotações dos eucaliptos pode levar à maiores ganhos.

Os Apêndices 6 a 12 representam os ramos que foram herborizados e desenhados, dos diferentes tratamentos, aos 8 meses.

Como observado no ensaio 1, o ensaio 2 também mostrou uma grande variabilidade entre os híbridos, revelando os diferentes padrões de segregação das características.

A Figura 8 mostra os híbridos distribuídos em classes de comprimento de folha. À semelhança do híbrido *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*, o híbrido em questão mostrou, para a característica acima, curva aproximadamente normal na geração F_1 , sugerindo a presença de genes aditivos. A propagação vegetativa pode ser usada, multiplicando os tipos híbridos mais interessantes.

Figura 8. Número de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* por classes de comprimento de folha (cm).

4.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A polinização aberta é uma técnica simples e de baixo custo para a produção de híbridos. Porém, pode resultar em cruzamentos interespecíficos, intra-específicos e de autofecundação. O aprimoramento da técnica depende da seleção de matrizes auto-incompatíveis para evitar a autofecundação e do conhecimento das características mais importantes para a identificação dos híbridos em viveiro para cada cruzamento realizado. Na identificação de híbridos de polinização aberta sugere-se a realização prévia de cruzamento controlado a nível experimental, para definir padrões seguros na escolha de características para a identificação dos híbridos.

As recombinações gênicas ocorridas nos híbridos estudados mostraram a importância da hibridação no melhoramento genético. Características silviculturalmente importantes podem ser transferidas de uma espécie à outra.

A escolha das espécies para a realização dos cruzamentos no presente ensaio procurou atender objetivos previamente definidos. O sucesso de um programa de hibridação reside na escolha das espécies para a fixação de características silviculturalmente importantes nos híbridos.

A floração precoce detectada no híbrido *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* mostrou possíveis problemas

decorrentes da nova combinação gênica. Este fato ressaltou a possibilidade da hibridação trazer resultados negativos do ponto de vista silvicultural.

O crescimento das espécies na idade adulta nem sempre repete o seu comportamento inicial. O estudo em questão restringiu-se às fases iniciais do desenvolvimento das plantas. São importantes novos estudos que acompanhem as espécies até estágios mais avançados.

A análise discriminante mostrou ser um instrumento valioso na identificação de materiais genéticos de origem duvidosa ou desconhecida. O importante no desenvolvimento dessa técnica é a continuidade dos estudos, envolvendo outras características e cruzamentos.

Finalmente, os diferentes padrões de segregação das características sugerem a aditividade dos genes e, ressaltam a importância da propagação vegetativa em multiplicar os melhores tipos.

5. CONCLUSÕES

- Nos dois ensaios, os resultados de germinação das sementes dos híbridos de polinização aberta e espécies parentais foram altos e semelhantes.
- Os critérios mais importantes na seleção de mudas híbridas de *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* foram altura, comprimento, largura e coloração das folhas e comprimento do pecíolo (este último avaliado aos 8 meses).
- Para o híbrido *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* foram encontrados, aos 3 e 8 meses, 5 tipos híbridos identificados com base em critérios foliares.
- O sistema radicular das mudas híbridas de *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* foi semelhante ao do *Eucalyptus tereticornis*, com raiz pivotante profunda.
- O híbrido *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* foi superior à média das espécies parentais para altura e obteve o maior diâmetro do colo, aos 3 e 8 meses.

- Aos 8 meses, algumas plantas do híbrido *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* apresentaram botões florais.
- Para o híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* os critérios mais importantes na seleção das mudas foram: comprimento, largura e coloração das folhas, comprimento do pecíolo (avaliado aos 8 meses), e presença da tuberosidade lenhosa (identificada aos 8 meses).
- Para o híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* foram encontrados 2 tipos híbridos aos 3 meses e 4 aos 8 meses, identificados com base em critérios foliares e presença da tuberosidade lenhosa.
- O sistema radicular das mudas híbridas de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* foi semelhante ao do *Eucalyptus grandis*, isto é, menos profundo que do *Eucalyptus camaldulensis*.
- O híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* não mostrou superioridade em relação às espécies parentais para altura e diâmetro do colo, aos 3 e 8 meses.
- Para os dois híbridos estudados, a avaliação fenotípica aos 3 meses subestimou o número de híbridos em relação à idade de 8 meses. Para o *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* identificou-se 40% e 72% e para o *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* 13% e 33% de híbridos aos 3

e 8 meses, respectivamente. Os híbridos identificados fenotipicamente aos 3 meses, mantiveram-se em tal classificação aos 8 meses.

- A análise discriminante identificou para o *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis* 70% e 83% e para o *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* 62% e 57% de híbridos, aos 3 e 8 meses, respectivamente.
- Os híbridos mostraram diferentes padrões de segregação das características.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENSON, J.D.; SCHOENIKE, R.E.; VAN LEAR, D.H. Early growth and survival of loblolly, short leaf and putative hybrid pines on littleleaf sites in the Piedmont of South Carolina. Southern Journal of Applied Forestry, Bethesda, 6(4): 218-21, 1982.
- BRAUER, O. Fitogenética aplicada. México, Editorial Limusa, 1973. 518p.
- BRAY, R.A. & FULLOON, M.G. Producing F₁ seed of *Leucaena pulverulenta* and *Leucaena leucocephala* hybrids. Leucaena Research Reports, Waimanalo, (8); 19-20, 1987.
- BROOKER, M.I.H. & KLEINIG, D.A. Field guide to Eucalyptus South-eastern Australia. Melbourne, Inkata Press, 1983. V.1.
- CAUVIN, B.; POTTS, B.M.; POTTS, W.C. *Eucalyptus*: hybridation artificielle barrières et hérité des caractères. AFOCEL Annales de Recherches Sylvicoles, Paris (1986): 255-302, 1986.
- CHAPERON, H. Amélioration génétique des *Eucalyptus* hybrides au Congo Brazzaville. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, 1977. Proceedings. p. 1055-69.

CHAPERON, H. Introduction dans le sud-ouest de la France du pin attenuata x radiata. AFOCEL. ArmeF Informations Forêt, Paris, 3(300): 229-39, 1986.

COMPANHIA SUZANO DE PAPEL E CELULOSE S/A. Produção de híbridos interespecíficos por polinização aberta. In: REUNIÃO SOBRE TÉCNICAS PARA PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais e Departamento de Ciências Florestais - ESALQ/USP, 1987. p.63-72.

CUNHA, R.A. da; GURGEL, J.T. do A.; PISANI, J.F. Estudo comparativo entre *Eucalyptus citriodora* Hook, *Eucalyptus maculata* Hook e seus híbridos naturais. IPEF, Piracicaba, (18): 121-32, 1979.

DONOSO, C. & ATIENZA, J. Hibridacion natural entre espécies de *Nothofagus siempreverdes* en Chile. Bosque, Chile, 5(1): 21-34, 1983.

DRAKE, D.W. Contrasting success of natural hybridization in two *Eucalyptus* species pairs. Australian Journal Botany, Melbourne, (28): 167-91, 1980.

ELDRIDGE, K.G. *Eucalyptus sieberiana* x *regnans* - an artificial hybrid. Australian Forestry, Canberra, 27(2): 128 - 9, 1963.

ELDRIDGE, K.G. Genetic improvement of *Eucalyptus*. Silvae Genetica, Frankfurt, 27(5): 205-9, 1978.

FAO. El eucalipto en la repoblacion forestal. Roma, 1981. 723p.

FAO. Eucalypts for planting. Roma, 1979. 677p.

- FERREIRA, M. Escolha de espécies de eucalipto. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba, (47): 1-29, 1979.
- FOWLER, D.P. Mejoramiento e hibridación de poblaciones-Unasyuva, Roma, 30(119/120): 21-6, 1978.
- FRANCIS, P.J.; NIKLES, D.G.; GOSHNIK, D.N. Early development of an F₁ hybrid of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* x *Pinus oocarpa* in Queensland. In: BARNES, R.D. & GIBSON, G.L. (ed.). Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest tree. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1984. p.510-15.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 11.ed. Piracicaba, Nobel, 1985. 466p.
- GOMES, G.M. Polinização controlada em eucalipto na CAF-Santa Bárbara. In: REUNIÃO SOBRE TÉCNICAS PARA PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS. Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais e Departamento de Ciências Florestais - ESALQ/USP, 1987. p.42-5.
- GRIFFIN, A.R.; BURGESS, I.P.; WOLF, L. Patterns of natural and manipulated hybridization in the genus *Eucalyptus* L'Herit - a review. Australian Journal of Botany, Melbourne, 36(1): 41-66, 1988.
- GRIFFIN, A.R. Sexual reproduction and tree improvement strategy - with particular reference to eucalypts. In: IUFRO. THAILAND CONFERENCE BREEDING TROPICAL TREES, Pattaya, 1988. 23p.
- HALL, N.; JOHNSTON, R.D.; CHIPPENDALE, G.M. Forest tree of Australia. Canberra, Forest and Timber Bureau, 1970. 333p.

- HEILMAN, P.E. & STETTLER, R.F. Genetic variation and productivity of *Populus trichocarpa* and its hybrids. II. Biomass production in a 4-year plantation. Canadian Journal of Forest Research, Ottawa, 5(2): 384-8, 1985.
- HOPPER, S.D.; COATES, D.J.; BURBIDGE, A.H. Natural hybridization and morphometric relationships between three Mallee eucalypts in the Fitzgerald River Nation Park W.A. Australian Journal of Botany, Melbourne, (26): 319 - 33, 1978.
- KAPOOR, M.L. & SHARMA, V.K. Hybrids between *Eucalyptus citriodora* Hook and *E. torrelliana* F.V. Muell in India. Silvae Genetica, Frankfurt, 33(2/3): 42-6, 1984.
- KIELLANDER, C.L. Some examples of hybrid vigour in *Larix*. In: IUFRO JOINT MEETING OF WORKING PARTIES ON POPULATION AND ECOLOGICAL GENETICS, BREEDING THEORY AND PROGENY TESTING, Stockholm, 1974. Proceedings. p.207-14.
- KRIEBEL, H.B. Interspecific incompatibility and inviability problems in forest trees. In: MEETING OF THE CANADIAN TREE IMPROVEMENT ASSOCIATION, 4, Fredericton, 1975. Proceedings, part. 2, p.67-79.
- LA REGUERA, P.A.F. de & BURLEY, J. Putative hybridization between *P. caribaea* Morelet and *P. oocarpa* Schiede: a canonical approach. Silvae Genetica, Frankfurt, 37(3/4): 88-93, 1988.
- LESTER, D.T. The role of interspecific hybridization in forest tree breeding. In: MEETING OF THE CANADIAN TREE IMPROVEMENT ASSOCIATION, Fredericton, 1973. Proceedings. part 2, p.85-97.

- MARTIN, B. Strategie d'amelioration genetique des *Eucalyptus*. In: SIMPOSIO SOBRE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO GENETICO DE ESPECIES FORESTALES, Buenos Aires, 1987. V.1, p. 102-27.
- MARTINS, F.C.G. & IKEMORI, I.K. Produção de híbridos de eucaliptos na Aracruz. In: REUNIÃO SOBRE TÉCNICAS PARA PRODUÇÃO DE HÍBRIDOS, Piracicaba, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais e Departamento de Ciências Florestais ESALQ/USP, 1987. p.48-61.
- MEKISMEN, G. & FRANKLIN, E.C. Hybridity in the *Eucalyptus grandis* breeding population in Florida. USDA. Forest Service SE Research Paper, Asheville, (242): 1-15, 1984.
- METTLER, L.E. & GREGG, T.G. Genética de populações e evolução. São Paulo, EDUSP, 1973. 262p.
- NIKLES, D.G.; BOWYER, P.C.; EISEMAN, R.L. Resultados y potencialidad de los *Pinus elliottii* y *caribaea* de Honduras en los subtropicos. In: SIMPOSIO SOBRE MEJORAMIENTO GENETICO DE ESPECIES FORESTALES, Buenos Aires, 1987. V.1, p. 67-79.
- ODA, S. & FERREIRA, M. Produção de híbridos interespecíficos de eucaliptos por polinização aberta. Silvicultura, São Paulo, (28): 407-8, 1983.
- POTTS, B.M. & REID, J.B. Analysis of a hybrid swarm between *Eucalyptus risdonii* Hook f. and *E. amygdalina* Labill. Australian Journal of Botany, Melbourne, 33(5): 543 - 62, 1985.
- PRYOR, L.D. An F₁ hybrid between *Eucalyptus cinerea* F. Muell and *E. robusta*. Linnean Society of New South Wales, New South Wales, 79(5-6): 196-8, 1954.

- PRYOR, L.D. Biology of Eucalyptus. London, Edward Arnold, 1976. 82p.
- PRYOR, L.D. Los habitos reproductivos del eucalipto. Unasylva, Roma, 30(119/20): 42-6, 1978.
- PRYOR, L.D. & BYRNE, O.R. Variation and taxonomy in *Eucalyptus camaldulensis*. Silvae Genetica, Frankfurt, 18 (3): 64-71, 1969.
- PRYOR, L.D. & JOHNSON, L.A.S. A classification of the Eucalyptus. Canberra, Australian National University, 1971. 102p.
- QUEIROZ, W.T. de. O uso da análise multivariada nos levantamentos florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE INVENTÁRIO FLORESTAL, 2, Piracicaba, ESALQ/USP, 1984. p.103-6.
- RUGGERI, C. Primo contributo alla conoscenza cariologica del genere *Eucalyptus* (Myrtaceae). Pubblicazioni del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale, Roma, 4: 121 - 5, 1960.
- RUGGERI, C. Terzo contributo alla conoscenza cariologica del genere *Eucalyptus* (Myrtaceae). Pubblicazioni del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale, Roma, 6: 39 - 44, 1963.
- SANTOS, P.E.T. dos; FERREIRA, M.; KAGEYAMA, P.Y. Produção de híbridos. Circular Técnica. IPEF, Piracicaba, (156): 1-17, 1988.
- SAS INSTITUTE INC. "SAS user's guide: statistics". Cary, NC, SAS Institute Inc., 1982. 584p.

- SCHMITT, D.M. Interspecific hybridization in forest trees: potential not realized. In: MEETING OF THE CANADIAN TREE IMPROVEMENT ASSOCIATION, 4, Fredericton, 1975. Proceedings. part 2, p.57-66.
- SHELBOURNE, C.J.A. & DANKS, R.S. Controlled pollination work with *Eucalyptus grandis* selfing, crossing and hybridising with *Eucalyptus tereticornis*. Forest Research Ramphlet, Rhodesia, (7): 1-6, 1963.
- SHEPPARD, L.J. & CANNELL, M.G.R. Performance and frost hardiness of *Picea sitchensis* x *Picea glauca* hybrids in Scotland. Forestry, London, 58(1): 67-74, 1985.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. 2.ed. New York, McGraw Hill, 1980. 633p.
- TOLEDO FILHO, D.V. et alii. Comportamento de híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* e de procedências de *E. grandis*, *E. urophylla* e *E. umbra* nas regiões de Mogi Mirim e Luiz Antonio-SP. Boletim Técnico do Instituto Florestal, São Paulo, 40-A(1): 326-31, 1986.
- VAN LAAR, A. Multivariate analysis. A way to better understanding of complexity. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 8, Iugoslavia, 1986. Proceedings. p. 99-112.
- VENKATESH, C.S. & SHARMA, V.K. Comparison of a *Eucalyptus tereticornis* x *E. grandis* controlled hybrid with a *E. grandis* x *E. tereticornis* putative natural hybrid. Silvae Genetica, Frankfurt, 28(4): 127-31, 1979.
- VENKATESH, C.S. & SHARMA, V.K. Hybrid vigour in controlled interspecific cross of *Eucalyptus tereticornis* x *E. camaldulensis*. Silvae Genetica, Frankfurt, 26(4): 121-4, 1977.

VENKATESH, C.S. & VAKSHASYA, R.K. Effects of selfing, crossing and interspecific hybridization in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3, Canberra, 1977. Proceedings. p.683-93.

ZOBEL, B. & TALBERT, J. Applied forest tree improvement. New York, John Wiley & Sons, 1984. 496p.

A P Ê N D I C E S

Apêndice 1. Representação do ramo do híbrido de polinização aberta *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*, aos 8 meses (folha verde acinzentado).

Escala = 1,0:1,3 cm

Apêndice 2. Representação do ramo do híbrido de polinização aberta *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*, aos 8 meses (folha amplamente lanceolada, grande, formando ponta no final, verde).

Escala =
1,0:1,3 cm

Apêndice 3. Representação do ramo do híbrido de polinização aberta *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*, aos 8 meses (folha oval, grande, formando ponta no final, verde acinzentado, presença de botões florais).

Apêndice 4. Representação do híbrido de polinização aberta *Eucalyptus saligna* x *E. tereticornis*, aos 8 meses (folha verde acinzentado, presença de botões florais).

Apêndice 5. Representação do ramo do *Eucalyptus saligna*, aos 8 meses (folha oval, verde).

Escala = 1,0:1,3 cm

Apêndice 6. Representação do ramo do *Eucalyptus tereticornis*, aos 8 meses (folha amplamente lanceolada, verde acinzentado).

Escala =
1,0:1,3 cm

Apêndice 7. Representação do ramo do híbrido de polinização aberta *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, aos 8 meses (folha amplamente lanceolada, grande, formando ponta no final, verde azulada).

Apêndice 8. Representação do ramo do híbrido de polinização aberta *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, aos 8 meses (folha oval, grande, formando ponta no final, verde azulada).

Escala = 1,0:1,3 cm

Apêndice 9. Representação do ramo do híbrido de polinização aberta *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, aos 8 meses (folha amplamente lanceolada, grande, formando ponta no final, verde azulada).

Escala = 1,0:1,3 cm

Apêndice 10. Representação do ramo do híbrido de polinização aberta *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*, aos 8 meses (folha amplamente lanceolada, grande, formando ponta no final, verde azulada).

Escala =
1,0:1,3 cm

Apêndice 11. Representação do ramo do *Eucalyptus grandis*, aos 8 meses (folha oval, verde).

Escala = 1,0:1,3 cm

Apêndice 12. Representação do ramo do *Eucalyptus camaldulensis*, aos 8 meses (folha amplamente lanceolada, verde azulada).