# VARIAÇÃO FENOTÍPICA DE *Eucalyptus saligna* Smith, DE ITATINGA (SP): ÁRVORES SUPERIORES, SEMENTES E PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO LIVRE

MIRTA NOEMÍ BÁEZ

Engenheira Florestal

ORIENTADOR: PROF. DR. MÁRIO FERREIRA

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

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Agosto - 1994

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

Báez, Mirta Noemi
B141v Variação fenotípica de *Eucaliptus saligna* Smith, de Itatinga (SP): árvores superiores, sementes e progênies de polinização livre. Piracicaba, 1994.
79p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Eucalipto - Progênie 2. Eucalipto - Semente - Produção 3. Eucalipto - Variação genética - Itatinga, SP 4. Polinização I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 634.9734

VARIAÇÃO FENOTÍPICA DE *Eucalyptus saligna* Smith, DE ITATINGA (SP):

ÁRVORES SUPERIORES, SEMENTES E PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO LIVRE

MIRTA NOEMÍ BÁEZ

Aprovada em: 16.08.1994

Comissão julgadora:

| | |
|---|---|
| Prof. Dr. Mário Ferreira | ESALQ/USP |
| Prof. Dr. Antônio Natal Gonçalves | ESALQ/USP |
| Prof. Dr. Roland Vencovsky | ESALQ/USP |

Prof. Dr. MÁRIO FERREIRA
Orientador

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Mário Ferreira pela sua generosidade na orientação durante todas as fases do curso de pós-graduação;

Ao Professor Dr. Antônio Natal Gonçalves pela amizade e as sugestões apresentadas ao trabalho;

Ao Professor Dr. Roland Venckosky pela atenção e valiosas sugestões apresentadas ao trabalho;

Aos Professores dos Depto. de Ciências Florestais e de Depto. de Genética pelos ensinamentos recebidos;

Ao Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, na pessôa do Superintendente Dr. Walter Suiter Filho pela oportunidade dada para a realização do trabalho e ao Eng. Florestal Paulo Eduardo Telles dos Santos pela amizade e colaboração apresentadas;

À DAAD pela bolsa de estudos recebida.

A meus companheros do curso de pós-graduação, por terem me distinguido a honra de ser mais uma da turma de 1992;

ÍNDICE

Página

Lista de Figuras ..... *iii*
Lista de Tabelas ..... *v*
Lista de Abreviaturas ..... *vi*
Resumo ..... *vii*
Summary ..... *ix*
1. INTRODUÇÃO ..... 1
2. REVISÃO DE LITERATURA ..... 3
2.1.Considerações gerais sobre a espécie ..... 3
2.1.1. Ocorrência natural de *Eucalyptus saligna* ..... 3
2.1.2. Características botânicas do *Eucalyptus saligna* Smith ..... 3
2.1.3. Espécies taxonomicamente relacionadas ..... 4
2.1.4. Espécies associadas na área de ocorrência natural ..... 4
2.1.5. Híbridos naturais dentro da série *Salignae* ..... 5
2.1.6. Variação fenotípica de *Eucalyptus saligna* ..... 6
2.2. Estudos de híbridos naturais e artificiais ..... 7
2.3. Estudos da herança na morfologia dos eucaliptos ..... 11
2.3.1. Tuberosidade lenhosa ..... 12
2.3.2. Glaucosidade ..... 14
2.3.3. Carateres foliares ..... 15
2.3.5. Outros carateres ..... 16
2.4. Metodologia para o estudo de populações híbridas ..... 16
2.5 Importância econômica dos híbridos ..... 18
2.6 Sistema reprodutivo no gênero *Eucalyptus* ..... 19
2.6.1. Taxas de cruzamentos e autofecundação ..... 21
2.6.2. Reflexos da autofecundação na produção de sementes ..... 23
2.6.3. Reflexos da autofecundação na fase de muda e durante o ciclo vital . 24
3. MATERIAIS E MÉTODOS ..... 26
3.1. Material ..... 26
3.1.1. O Local ..... 26
3.1.2. A população de *E.saligna* de Itatinga ..... 26
3.1.3. O material de estudo ..... 27
3.1.3.1. As ávrores matrizes ..... 27
3.2.3.2. As progênies ..... 28

3.2.3.2.1. Experimento I ..... 28
3.2.3.2.2. Experimento II ..... 28
3.2. Métodos ..... 29
3.2.1. Avaliações ..... 29
3.2.1.1. Das sementes ..... 29
3.2.1.2. Das matrizes ..... 30
3.2.1.3. Das progênies ..... 31
3.2.2. Análises estatísticas ..... 32
3.2.2.1. Das sementes ..... 32
3.2.2.2. Das matrizes ..... 32
3.2.2.3. Das progênies ..... 35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 36
4.1. Avaliação das sementes ..... 36
4.1.1. Relação entre a porcentagem de aproveitamento das mudas e o número de sementes por quilograma ..... 36
4.1.2. Relação entre a porcentagem de aproveitamento das mudas e o tamanho das sementes ..... 38
4.2. Avaliação das matrizes ..... 43
4.2.1. Análise de variância univariada ..... 43
4.2.2. Análise de componentes principais ..... 45
4.2.2.1. Eliminação das variáveis redundantes ..... 48
4.2.3. Análise de agrupamento ..... 51
4.3. Avaliação das progênies ..... 58
4.3.1. Análise de componentes principais ..... 58
4.3.2. Análise de agrupamento ..... 61
5. CONCLUSÕES ..... 66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 68
7. APÊNDICE ..... 79

# LISTA DE FIGURAS

Página


Figura 1. Porcentagem de aproveitamento das mudas em função do número de sementes por quilograma, para os tipos saligna, híbrido e botryoides ..... 36

Figura 2. Porcentagem de falhas na germinação em função do número de sementes viáveis por quilograma, para os tipos saligna, híbrido e botryoides ..... 37

Figura 3. Porcentagem de falhas na germinação em função da porcentagem de sementes retidas na peneira 1 (> 1,016 mm), para os tipos saligna, híbrido e botryoides ..... 39

Figura 4. Porcentagem de aproveitamento das mudas em função do número de sementes por fruto, para os tipos saligna, híbrido e botryoides ..... 40

Figura 5. Representação bidimensional em relação aos escores do componente principal I (eixo 1) e II (eixo 2), para as 11 características morfológicas, nas 48 árvores matrizes ..... 47

Figura 6. Representação bidimensional em relação aos escores do componente principal I (eixo 1) e II (eixo 2), para as 6 características morfológicas depois do descarte, nas 48 árvores matrizes ..... 50

Figura 7. Dendrograma elaborado pelo método de ligação mínima a partir da distância euclidiana média, para as 6 características, nas 48 árvores matrizes ..... 52

Figura 8. Dendrograma elaborado pelo método de ligação completa a partir da distância euclidiana média, para as 6 características, nas 48 árvores matrizes ..... 53

Figura 9. Dendrograma elaborado pelo método de ligação média de grupos (UPGMA) a partir da distância euclidiana média, para as 6 características, nas 48 árvores matrizes ..... 54

Figura 10. Dendrograma elaborado pelo método de Ward a partir da distância euclidiana média, para as 6 características, nas 48 ávrores matrizes ..... 55

Figura 11. Representação bidimensional em relação aos escores do componente principal I (eixo 1) e II (eixo 2); para as 7 características morfológicas, nas 48 progênies de polinização livre ..... 59

Figura 12. Representação bidimensional em relação aos escores do componente principal I (eixo 1) e III (eixo 3), para as 7 características morfológicas, nas 48 progênies de polinização livre ..... 60

Figura 13. Dendrograma elaborado pelo método de ligação mínima a partir da distância euclidiana média, para as 7 características, nas 48 progênies de polinização livre ..... 61

Figura 14. Dendrograma elaborado pelo método de ligação completa a partir da distância euclidiana média, para as 7 características, nas 48 progênies de polinização livre ..... 62

Figura 15. Dendrograma elaborado pelo método de ligação média de grupo (UPGMA) a partir da distância euclidiana média, para as 7 características, nas 48 progênies de polinização livre ..... 63

Figura 16. Dendrograma elaborado pelo método de Ward a partir da distância euclidiana média, para as 7 características, nas 48 progênies de polinização livre ..... 64

# LISTA DE TABELAS


| | | Página |
|---|---|---|
| Tabela 1. | Taxas de autofecundação estimada para várias espécies de *Eucalyptus* | 22 |
| Tabela 2. | Taxas médias de cruzamento estimadas para várias espécies de *Eucalyptus* em populações naturais | 22 |
| Tabela 3. | Características morfológicas avaliadas nas 48 árvores matrizes | 30 |
| Tabela 4. | Características morfológicas avaliadas nas progênies do experimento II, aos 150 dias de idade | 31 |
| Tabela 5. | Valores médios das 12 características morfológicas, nas 48 árvores matrizes nos tipos saligna, híbrido e botryoides | 43 |
| Tabela 6. | Valores do coeficiente de variação porcentual dentro do tipo para as 12 características morfológicas, nas 48 árvores matrizes nos tipos saligna, híbrido e botryoides | 44 |
| Tabela 7. | Estimativa da matriz de correlações para as 11 características morfológicas avaliadas nas 48 árvores matrizes | 45 |
| Tabela 8. | Estimativas dos autovetores e autovalores para as 11 características morfológicas nas 48 árvores matrizes | 46 |
| Tabela 9. | Estimativas dos autovetores e autovalores para as 6 características morfológicas depois do descarte, nas 48 árvores matrizes | 49 |
| Tabela 10. | Estimativa da matriz de correlação para as 7 características morfológicas avaliadas nas 48 progênies de polinização livre | 58 |
| Tabela 11. | Estimativas dos autovetores e autovalores para as 7 características morfológicas, nas 48 progênies de polinização livre | 58 |

# LISTA DE ABREVIATURAS

NBO : Número de botões por umbela
NFR : Número de frutos por infrutescência
DFR : Diâmetro do fruto
CFR : Comprimento do fruto
NVF : Número de valvas por fruto
PFR : Porcentagem de frutos pedicelados
LPI : Largura do pedúnculo da infrutrescência
CPI : Comprimento do pedúnculo da infrutescência
CFO : Comprimento da lâmina foliar
LFO : Largura da lâmina foliar
FFO : Forma da lâmina foliar
CAS : Porcentagem de casca no tronco
SFR : Número de sementes por fruto
SKG : Número de sementes por quilograma
ALT : Altura total da muda
DCO : Diâmetro a nível do colo na muda
LFM : Largura da lâmina foliar na muda
CFM : Comprimento da lâmina foliar na muda
GLA : Glaucosidade
LIG : Lignotubérculo
ANT : Antocianina
PRIN1 : Componente principal I
UPGMA : Método de agrupamento média de grupos

VARIAÇÃO FENOTÍPICA DE *Eucalyptus saligna* Smith, DE ITATINGA (SP): ÁRVORES SUPERIORES, SEMENTES E PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO LIVRE

Autora: MIRTA NOEMÍ BÁEZ
Orientador: PROF. DR. MÁRIO FERREIRA

**RESUMO**

Com o objetivo de estudar a variação fenotípica de uma população base de *Eucalyptus saligna*, foram avalidos 11 carateres morfológicos em 48 árvores matrizes classificadas visualmente a campo em 3 tipos, tipo saligna (16 árvores), tipo híbrido (17 árvores) e tipo botryoides (15 árvores). Além disso, foram avaliadas suas progênies de polinização livre por 7 carateres morfológicos, na fase de muda. Também, foi estudada a variação na produção de sementes.

A produção de sementes foi avaliada mediante o número de sementes por quilograma e número de sementes por fruto e relacionada com a porcentagem de aproveitamento de mudas e a porcentagem de falhas na germinação. A relação entre estas características foi estudada pela análse da regressão.

Os resultados obtidos na produção de sementes indicam que matrizes com uma alta produção de sementes por quilograma apresentam uma porcentagem maior de aproveitamento das mudas e uma menor porcentagem de falhas na germinação das sementes.

As metodologias empregadas para a classificação das árvores matrizes e suas progênies foram: a técnica de componentes principais e quatro métodos de agrupamento hierárquicos aglomerativos. A análise de componentes principais utilizou-se para gerar a matriz de correlações que permitiu estudar a associação de carateres e o descarte de variáveis redundantes.

Foram utilizadas quatro técnicas de agrupamento: ligação mínima, ligação completa, ligação média de grupo (UPGMA) e método de Ward; sendo as características morfológicas analisadas: o número de botões por umbela, número de frutos por infrutescência, diâmetro e comprimento dos frutos, número de valvas por

fruto, porcentagem de frutos pedicelados, largura e comprimento dos pedicelos da inflorescência, largura, comprimento e forma das folhas. Como medida de dissimilaridade foi empregada a distância euclidiana média. Os dendrogramas construidos permitiram constatar o agrupamento fenotípico visual a campo baseado no aspecto das matrizes. Os resultados semelhantes nos quatro métodos de agrupamento comprovaram a existência de uma estrutura interna nos dados.

Os dendrogramas agruparam os tipos saligna e híbrido num grupo, sugerindo que este último grupo mostra apenas uma pequena diferença quando é comparado com o tipo saligna pelas características de folhas e frutos. Entretanto, o tipo botryoides mostrou uma grande dispersão com características morfológicas distintas do tipo botryoides.

As análises de agrupamento repetidas nas progênies de polinização livre destas matrizes mostraram uma estrutura de agrupamento mais débil que no caso anterior. Além disso, estes agrupamentos não concordaram estrictamente com o agrupamento fenótipo das matrizes, indicando a possibilidade de cruzamentos das matrizes tipo saligna com árvores tipo botryoides.

PHENOTYPIC VARIATION OF *Eucalyptus saligna* Smith FROM ITATINGA (SP): SUPERIOR TREES, SEEDS AND OPEN POLLINATED PROGENIES

Author: MIRTA NOEMÍ BÁEZ
Adviser: PROF. DR. MÁRIO FERREIRA

**SUMMARY**

The aim of this work was to study the phenotypic variation of a *Eucalyptus saligna* Smith base population assessed by eleven morphological characteristics, in 48 adult trees visually classified in the field, in three types, type saligna (16 trees), type hybrid (17 trees) and type botryoides (15 trees). At the nursery stage, their open-pollinated progenies were assessed by seven morphological characteristics. The variation in seed production was also studied.

The seed production was evaluated by the number of seeds per kilogram, the number of seeds per fruit and the percentage of seedlings yield and the percentage of germination failures. The relationship between these characteristics wAS studied by the analysis of regression.

Results obtained in the production of seeds showed that trees with a high seed production per kilogram had a higher seedlings yield and a lower percentage of germination failures.

The method used for ordinating the adult trees and their open-pollinated progenies were: the principal component analysis and four sequential agglomerative hierarquical nonoverlapping clustering methods. The correlation matrix generated by the principal component analysis allowed to study the relationship among the variables and to discharge the redundant ones.

Four clustering methods were used: single linkage, complete linkage, average linkage (UPGMA), and Ward's method, and eleven morphological characteristics were evaluated: the number of buds per inflorescence, number of fruits per infrutescence, diameter and length of the fruits, number of valves per fruit, percentage of pedicellate fruits, width and length of the inflorescence pedicels, width, length and form of the leaves. As a measure of dissimilarity, the average euclidian distance was used. The dendrograms built through the four methods agreed with the

field phenotypic visual clustering based upon the appearence of the adult trees. The existence of an internal data structure was proved through the similar results achieved in the four clustering methods.

The dendrograms clustered the types saligna and hybrid in a single group, suggesting that this last type shows a small difference when compared with the saligna type through leaves and fruits characteristics. Meanwhile, the botryoides type showed a great dispersion, with several trees with morphological characteristics different from *E.botryoides*.

The clustering analysis repeated in the open-pollinated progenies of these adult trees showed a weak clustering structure when compared with the former ones. Besides, these clusterings did not agree strictly with the phenotypic clustering of the adult trees, indicating the possibility of mating between the saligna type and the botryoides type.

## 1. INTRODUÇÃO

O *Eucalyptus saligna* Smith foi a espécie mais plantada nos reflorestamentos do Brasil até a década de 70, perdendo sua primazia para o *Eucalyptus grandis* a partir desta época, a qual se tornou a espécie mais plantadas (GOLFARI & PINHEIRO NETO, 1970).

As razões da mudança foram principalmente pelo fato de que *E. saligna* tinha menor produtividade volumétrica que *E.grandis*, e que esta última espécie começou a ser estudada em vários países (África do Sul, Brasil, etc.), tanto na área de melhoramento genético como na área industrial. Enquanto o *E.saligna* ficou sendo muito pouco estudada. A espécie começou a ter maior destaque na silvicultura nacional, após o surgimento de problemas relacionados com a má brotação das cepas de *E.grandis*.

Atualmente, tendo em vista a constatação da potencialidade do *E.saligna* para determinadas características silvícolas, onde *E.grandis* não se desenvolve tão bem, vem havendo uma maior preocupação pelo estudo mais profundo no *E.saligna*. Uma das características diferenciais da espécie em relação ao *E.grandis* é sua capacidade de rebrotar mais vigorosamente. Considerando que a produtividade de um material genético dever-se-ia avaliar através de seu desempenho nos vários ciclos de corte, as espécies e/ou híbridos que combinem alta produtividade e boa capacidade de rebrota são interessantes porque assegurariam uma produtividade sustentada nos sucessivos ciclos de corte. Além disso, a densidade básica da madeira desta espécie atinge valores entre 11% a 24% superiores ao *E.grandis* (FERREIRA & KAGEYAMA, 1978). Também, sua madeira apresenta excelentes qualidades para a produção de celulose e chapas, com uma densidade mais homogênea conferindo melhor rendimento e qualidade ao produto final (SOUZA *et al.*, 1986).

No Brasil, a espécie apresenta-se melhor adaptada nos climas subtropicais e temperados predominantes na região sul. Segundo FERREIRA (1979), a espécie é recomendada às regiões bioclimáticas do Estado de São Paulo, com

restrições nos locais onde ocorrem geadas ou deficiências hídricas severas.

A população de *E.saligna* de Itatinga vem produzindo sementes para plantação comercial desde 1972, atingindo uma coleta total de 12 toneladas de sementes ao longo de 20 anos. Aproximadamente 400.000 ha, já foram plantados com este material no Brasil. Em vista destas cifras, considerou-se importante conhecer o potencial genético desta população. Contudo, vários trabalhos desenvolvidos com este material revelaram variações morfológicas marcantes nas progênies de polinização livre, o que levou a supor a existência de um relativo grau de introgressão com outras espécies, principalmente espécies de eucalipto de casca rugosa.

Além da morfologia segregante das progênies de polinização livre, uma análise mais detalhada das matrizes, ao nível de produção de sementes, levou à hipótese da existência de desordens no sistema reprodutivo de algumas matrizes. O conhecimento da biologia reprodutiva de uma população é um importante pré-requisito para o entendimento e manipulação de sua estrutura genética, bem como para o desenvolvimento de estratégias racionais de melhoramento genético.

A recombinação de carateres que ocorre com a hibridação, permite criar novas combinações que, em alguns casos, são desejáveis do ponto de vista silvicultural. O aproveitamento dos híbridos deve-se principalmente ao vigor apresentado por alguns indivíduos e, na maioria dos casos, pela combinação de carateres favoráveis das espécies parentais. Nos sítios marginais muitas vezes as espécies puras não mostram desempenho adequado por limitações de ordem genética. Com o aumento da demanda de madeira e o aumento do custo da terra, novas áreas antes consideradas marginais por aspectos físicos, químicos, biológicos passaram a ser utilizadas. É nestas áreas, que os híbridos podem dar uma resposta promissora.

O presente trabalho tem como objetivos:

Avaliar os prováveis efeitos da endogamia no estágio de viveiro através da performance das mudas provenientes de ávores matrizes com baixo número de sementes por grama.

Estudar a magnitude e os padrões de variação fenotípica da população de *Eucalyptus saligna* de procedência Itatinga, através da morfologia das matrizes e de suas progênies de polinização livre na fase de muda.

# 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 2.1. Considerações gerais sobre *Eucalyptus saligna*

### 2.1.1. Ocorrência natural de *Eucalyptus saligna*

A espécie *Eucalyptus saligna* é originária da Austrália e ocorre desde o extremo sul-este do estado de Queensland até a localidade de Batemans Bay no sul do estado de New South Wales. A amplitude altitudinal vai desde o nível do mar aos 300 m no sul, até 1.200 m no norte.

O clima é temperado cálido a subtropical, e livre de geadas ao nível do mar, porém a maiores altitudes ocorrem geadas invernais. A precipitação anual é de 890 mm até 1250 mm.

No sul de sua distribuição ocorre nos vales férteis e nas ladeiras protegidas das cadeias montanhosas próximas do litoral. Mais para o norte, em New South Wales e sul de Queensland, numa área mais quente e úmida, estende-se para as ladeiras mais elevadas da cadeia montanhosa costeira desde Rockhampton até 160 km no interior do continente. Os melhores crescimentos são em solos pesados, porém de boa qualidade, especialmente aqueles derivados de argilas xistosas (HALL *et al.* 1970).

### 2.1.2. Características botânicas do *Eucalyptus saligna* Smith

A espécie *Eucalyptus saligna* Smith é uma árvore de 43 m a 53 m e diâmetro de 1,3 m a 2,6 m; tronco reto e boa forma; sua casca é lisa e desprende-se em lamelas deixando livre uma superfície lisa, clara, grisalha-esverdeada, ou com casca rugosa persistente até uns 9 m da base. A casca persistente é mais comum nas populações sulinas. As folhas da árvore adulta são alternas, lanceoladas de 16 cm x 3 cm, finas, levemente cerosas, suaves e discolor, terminadas numa ponta fina. As flores estão em umbelas geralmente de 4 a 9 flores mais comumente 7, curtamente pediceladas ou sésseis, tubo calicinal cônico a cilíndrico. Os frutos são cilíndricos a

levemente campanulados de 0,8 cm x 0,7 cm, usualmente com pedicelo de 5 mm a 6 mm ou as vezes ausente; valvas geralmente exsertas ou ao nível do disco. As folhas juvenis são opostas por 3 a 4 pares e depois alternas, lanceoladas de 3 cm a 6 cm x 2 cm a 3 cm (Hall *et al.*, 1970 ; BROOKER & KLEINIG, 1983)

### 2.1.3. Espécies taxonomicamente relacionadas

*Eucalyptus saligna* Smith e *E. grandis* Hill ex Maiden pertencem ao subgênero *Symphyomyrtus*, secção *Transversaria*, série *Salignae*, subsérie *Saligninae* junto com *E.botryoides* Smith, *E.deanei* Maiden e *E.robusta* Smith (PRYOR & JOHNSON, 1971).

Dentro desta subsérie são freqüentes os casos de hibridação natural. Híbridos de *E.saligna* e *E.botryoides* foram reportados por PRYOR & JOHNSON (1971) e PASSIOURA & ASH (1993); entretanto híbridos de *E.grandis* e *E.robusta* são encontrados nas áreas costeiras de New South Wales e Queensland. Também, foram citados híbridos naturais entre *E.grandis* e *E.saligna* (BURGESS & BELL, 1983).

Os problemas no reconhecimento de espécies taxonomicamente próximas é conhecido de longa data na Austrália. Em geral, as análises de ocorrência espontânea de híbridos consideram como isolados aos subgêneros e dentro de cada um deles a freqüência de hibridação natural reflete a hierarquia da afinidade taxonômica (PRYOR & JOHNSON, 1971 e GRIFFIN *et al.* 1988).

JOHNSON (1976) revisa as implicações práticas desta situação e conclui que, no momento em que a variação entre e dentro das espécies seja estudada, analisada e compreendida não é importante preocupar-se pelo aspecto formal do "status taxonômico das entidades".

### 2.1.4. Espécies associadas na área de ocorrência natural

A probabilidade de hibridação entre espécies depende em parte da oportunidade. Espécies amplamente distribuídas têm maior probabilidade de hibridar-se. Associações de um grande número de espécies têm maior probabilidade que associações com um menor número de espécies (GRIFFIN *et al.*, 1988).

Considerando apenas a suposta região de origem da população de *E.saligna* de Itatinga (macro-região de Batemans Bay em New South Wales) as espécies que ocorrem associadas a *E.saligna* são: *E.botryoides*, *E.maculata*,

*E.paniculata* e *E.pilularis* (CSIRO, s.d.). Outras espécies pertencentes à mesma série também co-existem nesta área como: *E.longifolia* Link & Otto e *E.robusta* Smith (BLAKELY, 1965; BROOKER & KLEINIG, 1983).

### 2.1.5. Híbridos naturais dentro da série *Salignae*

Um extenso enxame híbrido de *E.saligna* e *E.botryoides* existe na costa sul de New South Wales. Estas duas espécies mantém-se em áreas naturais separadas na maior parte de sua dispersão. Entre os distritos de Illawarra e Bega existe uma ampla zona na qual muitas populações são intermediárias entre as duas espécies. Esta zona pode ser considerada como um enxame híbrido ou uma região de introgressão. O *E.saligna* é consistente em seus carateres "típicos" desde o sul de Sidney até o norte de sua área de ocorrência natural, em Queensland; enquanto *E.botryoides*, é similarmente consistente desde o sul de New South Wales até o este de Victoria (PRYOR & JOHNSON, 1971).

PASSIOURA & ASH (1993) estudaram a hibridação entre estas duas espécies e concluiram que populações intermediárias entre *E.saligna* e *E.botryoides* ocorrem entre Sydney e Batemans Bay (New South Wales). Estas populações intermediárias têm forma florestal semelhante a *E.saligna*, porém, geralmente, possuem casca rugosa estendida até grande altura no tronco. Por esta razão, as populações de *E.saligna* localizadas ao sul de Sydney intergradam com populações de *E.botryoides*.

BROOKER & KLEINIG (1983) indicam a possibilidade de que todas as populações de *E.saligna* desde Port Jackson até Batemans Bay mostrem algum nível de introgressão com *E.botryoides*. Este fato concorda com a observação de BEADLE (1981) que sugere existir um aumento progressivo da casca rugosa no tronco de *E.saligna* para as populações sulinas, indicando uma possível variação clinal latitudinal entre as duas espécies.

Híbridos naturais entre *E.grandis* e *E.saligna* também são conhecidos. Neste caso as populações intermediárias ocorrem em localidades isoladas do centro-este de Queensland, separadas da distribuição natural principal destas duas espécies (BURGESS & BELL, 1983).

### 2.1.6 . Estudos sobre a população de *Eucalyptus saligna* de Itatinga

Em relação à população de *E.saligna* de Itatinga dois estudos foram conduzidos com este material. O primeiro foi um estudo da variação genética das características de crescimento, em três localidades do estado de São Paulo, de 81 famílias de 8 procedências australianas de *E.saligna* e, como testemunha, utilizou-se a raça local de Itatinga. Foram superiores as procedências originarias da região localizada entre 30°09'e 35°26' latitude sul, e altitudes desde 30 até 305m. Enquanto que as procedências de pior comportamento foram as originárias da região localizada entre 21°04' e 24°23' latitude sul, e 860 a 900 m de altitude. A autora salienta o notável comportamento da testemunha em relação às procedências australianas, nos 3 locais de ensaio. Este material genético, embora tenha sido selecionado em Itatinga, não demonstrou superioridade de desenvolvimento neste local, sugerindo que em outras condições ambientais mais favoráveis, poderá apresentar um melhor desempenho sob seleção (TORGGLER, 1981).

O segundo trabalho estudou 169 progênies de polinização aberta de *E.saligna,* selecionadas na "Área de Coleta de Sementes" de Itatinga. As variações das progênies foram estudadas em função de 2 espaçamentos e aos 15, 26 e 32 meses de idade. Os resultados obtidos revelaram variações significativas entre progênies, para todas as características de crescimento, em todas as idades e espaçamentos. O autor concluiu que a relação entre os coeficientes de variação genética e experimental, utilizada como indicadora das possibilidades de sucesso na seleção dentro dos ensaios, mostrou valores muito promissores (PATIÑO-VALERA, 1986).

Estes estudos revelaram uma grande potencialidade genética do material que poderia ser aproveitada num programa de melhoramento. No entanto, CANGIANI (1990), ressaltou o comportamento pouco satisfatório de muitas mudas de *E.saligna* - Itatinga, que apresentavam desenvolvimento inferior e características de morfologia foliar heterogênea.

A análise morfológica das árvores que constituem esta população mostra que existe um certo grau de hibridação com outras espécies de eucaliptos de casca rugosa, principalmente *E.botryoides*.

## 2.2. Estudos de híbridos naturais e artificiais

Para o gênero *Eucalyptus* os diferentes subgêneros são reprodutivamente isolados sob condições naturais e manipuladas; entretanto a hibridação natural dentro do mesmo subgênero é relativamente comum (PRYOR, 1976 e GRIFFIN *et al.*, 1988).

Para estudar a hibridação em populações naturais deve-se aprender a identificar híbridos. Um híbrido é reconhecido geralmente por padrões morfológicos, que são intermediários entre as duas espécies que se supõe serem as parentais.

Em primeiro lugar temos que dar uma definição de híbrido. Mas é evidente que pela literatura que não há uma definição universalmente aceita em relação ao conjunto de critérios, que uma planta deve reunir para ser considerada como híbrida. Seguindo a definição de HOPPER *et al.* (1978), diremos que um híbrido putativo de *Eucalyptus* deve reunir as seguintes características:

a) Morfologia intermediária.
b) Segregação fenotípica na progênie.
c) Ocorrência de progenitores simpátricos na área.
d) Semelhança entre os prováveis híbridos e híbridos artificiais já obtidos.
e) Ocorrência em hábitats perturbados ou relativamente jóvens.
f) Ocorrência de intercâmbio de pólen inter-específico por vetores não discriminantes nos talhões simpátricos.

Segundo PRYOR (1976) quando os progenitores têm características morfológicas contrastantes, a progênie híbrida pode ser identificada de forma relativamente simples. Se isto não acontece, procura-se identificar algum estágio particular de desenvolvimento, que serve para melhor diagnóstico, como por exemplo, a fase juvenil. Este autor salienta que as folhas juvenis são de interesse particular nos eucaliptos e úteis no diagnóstico de algumas espécies. Os carateres das folhas juvenis são altamente herdáveis, e podem ser usados como marcadores genéticos. Esta característica se visualiza alguns meses depois da germinação, e é completamente expressa no décimo par de folhas (contadas a partir dos cotilédones). LADIGES *et al.*

(1981) também realçam que em espécies estreitamente relacionadas, onde as características adultas são geralmente semelhantes, os carateres na fase de muda podem apresentar grande diversidade.

A primeira exigência para classificar uma entidade como híbrida é observar uma gama morfológica intermediária. Isto pode ser levado até ao nível anatômico (estrutura das folhas, estômatos), ao nível químico (características dos óleos essenciais), etc. A segunda exigência é que os progenitores coexistam na mesma área, não muito distantes, possibilitando o cruzamento entre eles. Outra forma mais rigorosa de identificação, é através da progênie de polinização controlada das espécies progenitoras, simulando o que aconteceria espontaneamente e, a seguir, comparar esta progênie com os supostos híbridos.

Um dos primeiros botânicos australianos a citar a ocorrência natural de híbridos no gênero *Eucalyptus* foi provavelmente Brett em 1938. Posteriormente, os estudos de L.D. Pryor a partir da década de 50 confirmaram esta observação.

PRYOR (1950b) estudou híbridos naturais de *Eucalyptus viminalis* com *E.bridgesiana*, *E.cinerea* e *E.rubida* e encontrou que as progênies destas populações híbridas segregavam de forma diferencial as características parentais: a) O cruzamento do *E. viminalis* x *E. bridgesiana*, produziu progênies do tipo $F_1$ com todas as formas intermediárias das duas espécies e notavelmente mais vigorosas que as formas extremas (mais parecidas às formas típicas parentais). Este tipo de populações híbridas foi descrito como "enxame segregacional onde todas as combinações são viáveis e na qual muitas combinações com carateres parentais ocorrem". b) No caso do *E. viminalis* x *E. cinerea*, mostrou uma marcada segregação nas progênies com as formas intermediárias de escasso vigor, indicando provavelmente uma geração $F_2$. Este tipo de populações híbridas o autor as considerou como "enxame segregacional no qual a maioria das combinações intermediárias não são viáveis". c) No caso do *E. viminalis* x *E. rubida*, desenvolveu uma progênie pertencente a uma "população polimórfica onde encontraram-se tipos de forma intermediária com uma amplitude de variação reduzida e faltavam ou eram raros os indivíduos mais semelhantes aos parentais putativos".

PRYOR *et al.* (1956) examinaram as características da madeira de indivíduos de uma população segregante de *E.robertsonii* x *E.rossii* e *E.elaeophora* x *E.maculosa*. O material em estudo era oriundo de indivíduos adultos

de morfologia intermediária e de suas progênies de polinização livre. Os resultados indicaram que as características da madeira do material híbrido embora abrangesse toda a amplitude das espécies parentais, na média, podiam ser consideradas como intermediárias entre elas.

PRYOR & JOHNSON (1962) descreveram a ocorrência de híbridos entre *E.megacarpa* x *E.marginata* na área de junção dos hábitats onde estas duas espécies vegetam naturalmente. As progênies obtidas das árvores com aparência híbrida segregaram em forma intermediária entre as espécies. Os carateres morfológicos analisados foram o tamanho dos botões florais, forma e venação das folhas.

PRYOR & DADSWELL (1964) examinaram híbridos artificiais de *E.rubida* x *E.maideni* em relaçaão às propriedades físicas e químicas da madeira, comparando-as com as espécies puras. Os híbridos $F_1$ analisados revelaram padrões intermediários entre as espécies puras, embora houvesse um alto grau de segregação, de tal modo que um indivíduo da progênie podia apresentar considerável diferença de outro indivíduo da mesma progênie.

O crescimento vigoroso apresentado por híbridos de eucaliptos é tanto maior quanto menor é a distância taxonômica das espécies progenitoras (PRYOR, 1957; PRYOR & JOHNSON, 1976).

Seguindo a classificação apresentada por MARTIN (1989) as respostas potenciais que podem ser obtidas quando cruzamos dois indivíduos são:

- Crescimento mais vigoroso dos híbridos: *E.bicostata* x *E.maidenii* (PRYOR, 1957); *E.tereticornis* x *E.saligna* (PRYOR, 1978); *E.camaldulensis* x *E.tereticornis* (VENKATESH & SHARMA, 1977); *E.tereticornis* x *E.grandis* (MARTIN, 1989).
- Crescimento semelhante a algum das espécies progenitoras: *E.maidenii* x *E.rubida* (PRYOR, 1957).
- Crescimento intermediário às espécies progenitoras: *E.maidenii* x *E.cinerea* (PRYOR, 1957); *E.megacarpa* x *E.marginata* (PRYOR & JOHNSON, 1962); *E.regnans* x *E.macrorhyncha* (ASHTON & SANDIFORD, 1988)
- Crescimento menor ou semelhante à espécie de menor ritmo de crescimento: *E.balkelyi* x *E.cinerea*; *E.gunnii* x *E.ovata* (POTTS *et al.*, 1987).
- Crescimento fraco e morte durante o ciclo vital: *E.maidenii* x *E. blakelyi*, *E.maidenii* x *E.macarthurii*, *E.blakelyi* x *E.rubida* (PRYOR, 1957); *E.gunnii* x *E.globulus* (POTTS *et al.*, 1987); *E.alba* x *E.deglupta* (MARTIN, 1989).

Os híbridos inter-específicos $F_1$ podem ter um alto grau de uniformidade, as vezes maior que as populações parentais (PRYOR, 1964; PRYOR, 1978) ou semelhante a outras espéceis puras (ODA & FERREIRA, 1983). Todavia MARTIN (1989), assinala que alguns híbridos apresentam $F_2$ ou retrocruzamentos homogêneos tão vigorosos quanto $F_1$. Sob estas condições as sementes híbridas poderiam ser produzidas em grande escala. Este caso é excepcional e se deve à extrema afinidade genética das espécies progenitoras. Gerações além da $F_2$ podem-se manter homogêneas e vigorosas, como por exemplo, "E.platyphylla" ("E.alba" de Rio Claro) que se encontra na geração $F_5$ de seleção[1] . Também ocorreram híbridos espontâneos que tiveram grande adaptabilidade como o E."12ABL" (híbrido espontâneos de *E.tereticornis*) e o E."12ABL"x *E.saligna* (MARTIN, 1989).

A produção de híbridos $F_1$, de espécies economicamente superiores, pode ser conveniente mesmo se não houver o vigor híbrido, como por exemplo, se a capacidade de rebrota for desejável. Um cruzamento entre espécies com lignotubérculo (*E.saligna* ) e sem lignotubérculo (*E.grandis* ) pode ser valioso (PRYOR, 1961) para rotações de corte raso.

O vigor híbrido pode expressar-se além da fase de muda ou na fase juvenil. VENKATESH & SHARMA (1977), estudaram autofecundações, fecundações intra-específicas e hibridações em *E.tereticornis* e *E.camaldulensis*. Analisando os resultados, aos 3 meses, mostraram que o material autofecundado foi 26% mais alto que os híbridos e 1,7% mais altos que os cruzamentos intra-específicos. Aos 8 meses houve uma inversão, o híbrido passou a ter o melhor desenvolvimento, o material de autofecundação foi o pior, e o material intra-específico foi intermediário. Nesse caso, uma avaliação no viveiro só baseada na altura das mudas traria desvantagens e mereceria maiores estudos.

### 2.3. Estudos de herança na morfologia de híbridos

A maioria dos padrões morfológicos estão normalmente sob controle genético múltiplo. A primeira geração híbrida ($F_1$), pode apresentar uma relação morfológica que pode ser expressa por uma média logarítmica ou média aritmética. Se considerarmos uma característica quantitativa, ao examinar a $F_2$,

---

[1] FERREIRA, M. ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciências Florestais, Piracicaba. Comunicação pessoal, 1994.

pode-se encontrar uma variação contínua no padrão morfológico estudado, abrangendo desde uma até a outra espécie, como conseqüência da segregação. Para características qualitativas, a mesma gradação existe, por exemplo, para diferentes tipos de casca, cerosidade das folhas, etc. (PRYOR, 1976).

PRYOR *et al.* (1956) estudaram o padrão de herança das características fenotípicas e propriedades da madeira em árvores selecionadas num "enxame híbrido" natural e as progênies provenientes de populações geneticamente puras de cada uma das espécies analisadas. Os coeficientes de correlação indicaram uma associação significativa entre o arranjo genético de um indivíduo avaliado pela progênie de polinização aberta e seu fenótipo avaliado em várias formas. As características anatômicas da casca, as características físicas da madeira e a morfologia externa da árvore foram as mais importantes. A partir destes dados, os autores concluíram que existe uma estreita relação entre o genótipo e o fenótipo nas combinações híbridas, ou seja: árvores, supostamente híbridas, apresentaram progênies bastante próximas à proporção que seu fenótipo sugeria em relação às prováveis espécies progenitoras. Os resultados examinados mostraram que as propriedades da madeira, em especial, e as outras características morfológicas externas avaliadas eram proporcionais ao fenótipo da árvore em relação aos prováveis parentais. Na média, as progênies eram aproximadamente intermediárias entre eles.

O uso de progênies de polinização aberta pode representar uma perda de precisão quando comparadas com as progênies de polinização controlada. Mesmo assim, as progênies de polinização aberta de um suposto híbrido podem dar informações valiosas. A avaliação de mudas é importante, pelo fato de que as características das folhas juvenis, normalmente a partir dos 4 meses de idade, são as vezes contrastantes em função das espécies progenitoras (FERREIRA & LUZ, 1988).

A conclusão geral do estudo de progênies, de várias combinações de espécies, é que a maioria dos carateres morfológicos são determinados por fatores múltiplos, e que a segregação e recombinação são possíveis na maioria dos casos. Pode-se notar, também, que existe uma tendência nos indivíduos de uma progênie segregante, de se assemelhar a uma espécie num caráter e ter várias outras características próximas à mesma espécie num mesmo grau. Isto acontece com o padrão de venação, espessura das folhas e componentes dos óleos essenciais. Tal fato pode ser devido a ligações gênicas, ou à seleção, em algum estágio, que se aproxima a uma espécie progenitora e não a mistura das

características das duas espécies (PRYOR, 1957). Já ASHTON & SANDIFORD (1988), observaram em híbridos de *E.regnans* x *E.macrorhyncha* que a recombinação foi evidente nas progênies; algumas mudas tinham semelhança com *E.regnans,* exceto pela abundante pilosidade das folhas, enquanto outras assemelhavam-se ao *E.macrorhyncha,* porém não apresentavam lignotubérculos.

Teoricamente a produção de uma grande quantidade de indivíduos $F_2$ resultaria numa amplitude de variação de todas as combinações gênicas possíveis. Na prática a visão clássica de arranjo ao acaso das combinações gênicas é modificada pelas ligações gênicas. O mecanismo da meiose restringe as combinações gênicas a um máximo da metade das que ocorreriam em condições de arranjo ao acaso para cada loco. O resultado é um arranjo não-aleatório dos genótipos (LESTER, 1976).

Um grande número de pesquisadores estudou as diferenças das mudas de polinização aberta em relação à morfologia das árvores adultas em espécies puras e híbridos (DRAKE, 1980; LADIGES *et al.*, 1981; BURGESS & BELL, 1983; CAUVIN *et al.*, 1983; ASHTON & SANDIFORD, 1988; CANGIANI, 1990; PASSIOURA & ASH, 1993; PINYOPUSARERK *et al.*, 1993). Algumas das diferenças podem ser utilizadas como diagnóstico para caraterizar as populações estudadas. Dentro dos atributos mais utilizados para a caraterização das árvores adultas estão: frutos, folhas, casca; e nas mudas: forma, tamanho, forma e cor das folhas, presença ou ausência de lignotubérculo e glaucosidade de ramos e folhas, entre outras.

### 2.3.1. Tuberosidade lenhosa

Os lignotubérculos são protuberâncias globulares localizadas na axila dos cotilédones. Pares adicionais de protuberâncias podem ocorrer no primeiro, segundo e até terceiro par de folhas das mudas. Com o decorrer do tempo estas protuberâncias podem coalescer formando um tubérculo lenhoso. Quando a árvore atinge um diâmetro aproximado de 20 cm, ficam inclusos no fuste e já não podem ser mais distingüidos. (PRYOR, 1976). São ógãos especializados que conferem maior capacidade de sobrevivência à espécie. CHATTAWAY (1958) atribui a presença destes órgãos a uma função dupla, a saber, sobrevivência e reserva de substâncias, principalmente carboidratos. Entretanto, estudos de CARRODUS & BLAKE (1970) com *E.obliqua,* demonstraram que a quantidade de carboidratos acumulados nos lignotubérculos não difere de outros tecidos adjacentes, mas consideram que sua

importância reside na presença de grande número de gemas vegetativas, o que lhe conferiria maior aptidão à sobrevivência no caso de perda da parte aérea da planta.

Das espécies descritas no gênero, somente trinta a quarenta espécies não possuem lignotubérculos. Em geral as espécies com lignotubérculo possuem a capacidade de rebrotar facilmente; e algumas das que não o possuem rebrotam com dificuldade (PRYOR, 1964; CREMER *et al.*, 1984). Por isso, a hibridação entre espécies que não o possuem e outras que apresentam este órgão, são importantes sob o ponto de vista econômico. Um exemplo marcante desta recombinação acontece na segregação do híbrido natural de *E.robertsonii* x *E.gigantea*. A espécie *E.robertsonii* desenvolve lignotubérculos expressivos e *E.gigantea* não desenvolve lignotubérculo em nenhum estágio. Nas progênies deste híbrido ocasionalmente aparecem segregantes com muitas semelhanças a *E.gigantea*, em suas características fenotípicas gerais, porém com lignotubérculos expressivos (PRYOR, 1955). Num estudo para determinar as populações típicas de *E.grandis* e *E.saligna*, BURGESS & BELL (1983) concluiram que, entre dez populações de *E.saligna*, cinco apresentavam 100% de lignotubérculos, outras cinco, mesmo sendo típicas da espécie, só desenvolveram, 90%, 80%, 40%, 27% e 6%. Por outro lado, das populações consideradas típicas de *E.grandis*, nenhuma desenvolveu lignotubérculos. GREEN (1971), encontrou variações significativas para esta característica entre populações de *E.obliqua*. PRYOR & BYRNE (1969), também encontraram variações para a ocorrência deste caráter entre populações de *E.camaldulensis*, desde 71% até 0%. Os autores concluiram que este era um caráter polimórfico e herdável. GRIFFIN & ELDRIDGE (1980) demostraram a variabilidade da ocorrência entre populações intermediárias de *E.regnans* (espécie sem lignotubérculos) e *E.obliqua*. BEADLE (1968), mostrou para *E.saligna*, que a característica pode não aparecer quando o solo apresenta altos níveis de fósforo. WEIR (1969 apud Ashton & Sandiford, 1988) concluiu, para *E.radiata*, que a deficiência de fósforo pode ser um fator importante no desenvolvimento deste caráter.

CANGIANI (1990) estudou híbridos de polinizacão aberta de *E.grandis* x *E.camaldulensis* e observou que, aos 3 meses de idade, não foi possível detectar os lignotubérculos nas mudas consideradas como híbridas por outras características morfológicas. Aos 8 meses, 61% das mudas que foram classificadas como híbridas apresentaram este caráter.

Além de sua importância econômica, os estudos de híbridos entre espécies que apresentam lignotubérculos e espécies que não o apresentam, ou espécies com distinto grau de penetração deste caráter, demonstram que o mesmo pode ser usado como marcador. Assim, foi usado na fase de viveiro por VENKATESH & VAKSHASYA (1977), em híbridos de *E.citriodora* x *E.torrelliana*; BURGESS & BELL (1983) em *E.grandis* x *E.saligna* e ASHTON & SANDIFORD (1988), em *E.regnans* x *E.macrorhyncha*,

JAHNKE *et al.* (1983), consideraram os fatores nutricionais do solo no desenvolvimento de lignotubérculo em *E.camaldulensis*. Eles concluíram que a capacidade de formar lignotubérculos está sob controle genético, haja vista, que existem espécies que não os apresentam. Os genes para a formação de lignotubérculos parecem ser dominantes, e em muitas espécies a penetrância deles é de 100%. Neste caso os lignotubérculos formam-se numa ampla gama de condições climáticas e edáficas. Em algumas espécies a penetrância é menor do que 100%, e a formação fica mais dependente dos fatores ambientais. Ainda PRYOR (1957), observou a não existência do efeito maternal nesta característica .

### 2.3.2. Glaucosidade

BARBER (1955), estudando a variação na glaucosidade em espécies de eucaliptos da Tasmania, observou que dentro de uma espécie o padrão de variação pode ser esporádico e resultado de mutação, hibridação ocasional ou variação clinal. O padrão de variação clinal foi encontrado em oito espécies, e este padrão estava em associação com a ocorrência de geadas, sendo que as populações mais glaucas ocorriam nas localidades de maior freqüência de geadas. O desenvolvimento da glaucosidade é dependente das condições de crescimento. As baixas temperaturas promoveriam o desenvolvimento da glaucosidade quando o genótipo o permite. Por exemplo, mudas de *E.risdonii,* crescendo em casa de vegetação aquecida, durante o inverno permanecem verdes; e mudas crescendo sem proteção e sob leves geadas desenvolveram uma glaucosidade marcante. Contudo PATON (1981) não encontrou evidências de associação genética ou fisiológica entre a resistência a geadas e glaucosidade em $F_2$ ou retrocruzamentos de progênies híbridas entre a espécie verde e sensível às geadas *(E.grandis)*, e a espécie glauca resistente *(E.pulverulenta)*. O autor concluiu que a característica é subrecessiva para este cruzamento, tendo em vista que indivíduos intermediários podem ser encontrados quando os pais não

pertencem a classe verde. O mesmo ocorre no cruzamento *E.gunnii* x *E.vimimalis* ou *E.gunnii* x *E.dalrympleana*. WILTSHIRE & REID (1987) chegaram à mesma conclusão em híbridos $F_1$ de *E.perriniana* x *E.rodwayi*..

PRYOR (1954 e 1955) estudou a herança da glaucosidade, no estágio de mudas em hídridos $F_1$ de *E.cinerea* x *E.robusta* e *E.pulverulenta* x *E.caesia*, concluindo para estes cruzamentos que o caráter tinha herança aditiva. Já BARBER (1955) postulou que, nos eucaliptos, o controle genético da glaucosidade é em muitos casos, relativamente simples com genes localizados em um ou mais locos. O autor concluiu que é uma característica recessiva.

Trabalhos realizados na França por CAUVIN *et al.* (1987) com híbridos $F_1$, *E.gunnii* (glauco) x *E.ovata* (verde), e híbridos $F_2$ de polinização livre, levaram à conclusão que a glaucosidade era efetivamente recessiva nestes cruzamentos. Herança intermediária foi notada em cruzamentos de *E.regnans* x *E.macrorhyncha* (ASHTON & SANDIFORD, 1988).

Num trabalho de diferenciação de populações típicas de *E.saligna* e *E.grandis*, BURGESS & BELL (1983) concluiram que a glaucosidade - na fase de muda - era típica da primeira espécie e não ocorria na segunda. Em populações típicas de *E.saligna*, localizadas no estado de New South Wales, a proporção de mudas glaucas era de aproximadamente 80%.

TIBBITS (1988) concluiu, após vários cruzamentos inter e intra-específicos de *E.nitens*, que esta característica mostrava ser de herança aditiva, em ambos os tipos de cruzamentos, mesmo sendo o progenitor masculino mais ou menos glauco que o progenitor feminimo. O autor concluiu, após a revisão de literatura, que a ação gênica para glaucosidade poderia variar de acordo com as espécies participantes do cruzamento.

### 2.3.3. Carateres foliares

Em árvores adultas híbridas, a forma e tamanho das folhas mostraram-se intermediárias em vários estudos.

VENKATESH & SHARMA (1977) analisando híbridos de polinização controlada *E.tereticornis* x *E.grandis*, concluiram que o tamanho das folhas assemelhava-se mais ao *E.tereticornis* (progenitor feminino). No caso do híbrido espontâneo de *E.grandis* x *E.tereticornis*, o tamanho das folhas era mais próximo do *E.grandis* (progenitor feminino). CANGIANI (1990) estudando mudas híbridas de

*E.saligna* x *E.tereticornis*, aos 3 meses de idade, concluiu que o comprimento das folhas era intermediário aos progenitores. No caso da largura das folhas os híbridos exibiam valores maiores que as espécies progenitoras. No cruzamento *E.grandis* x *E.camaldulensis* o comprimento da folha foi intermediário e a largura próxima ao *E.camaldulensis*.

Outras características de folhas como o pecíolo e a filotaxia também mostraram-se intermediárias em híbridos de *E.rossi* x *E.robertsonii* (PRYOR, 1956). Isto sugere que existe uma ação gênica múltipla ou não existe dominância de uma característica sobre outra.

### 2.3.4. Outros carateres

No caso do número de botões por umbela, CAUVIN *et al.* (1986), encontraram que para o cruzamento *E.gunnii* (3 flores) x *E.ovata* (1 flor) a aditividade não é perfeita, sendo que os híbridos apresentaram dominância parcial de uma flor para três. Já no caso de *E.gunnii* x *E.macarthuri*, o número de botões era uma média entre os dois pais assim como também a forma das folhas juvenis.

VENKATESH & SHARMA (1977), encontraram que tanto o tamanho quanto a forma dos botões florais eram intermediários em cruzamentos de *E.grandis* x *E.tereticornis*; entretanto os frutos assemelhavam-se mais com *E.tereticornis*.

A porcentagem de casca também se expressou como intermediária entre as espécies parentais. No caso do cruzamento de *E.maidenii* x *E.rubida*, no entanto houve uma ampla segregação na progênie (PRYOR, 1964).

## 2.4 Metodologias para o estudo de populações híbridas

HOPPER *et al.* (1978), pesquisaram os híbridos naturais entre *E.preissiana*, *E.buprestium* e *E.sepulcralis* baseando-se numa série de parâmetros morfológicos e reprodutivos nos indivíduos puros e híbridos. Os autores analisaram 7 populações e dentro de cada uma delas, entre 4 a 25 árvores adultas. Foram estudadas 12 características das árvores envolvendo folhas, frutos e altura total. Os dados foram analisados pela técnica multivariada da análise canônica. A variabilidade dos híbridos, refletida pelo desvio padrão, foi maior em apenas 5 dos 13 carateres medidos (comprimento de folha, comprimento de pecíolo, comprimento de pedúnculo, diâmetro de gema floral e número de gemas por inflorescência). A análise canônica

separou completamente as populações alopátricas das 2 espécies parentais. A primeira variável canônica contribuiu com 98,6% da separação entre espécies, e a segunda variável separou apenas as populações dentro de espécies.

DRAKE (1980) analisou híbridos naturais de *E.melanophloia* x *E.crebra* e *E.populnea* x *E.crebra* e as espécies puras, comparando as características de folhas e frutos das árvores adultas e folhas de suas progênies de polinização aberta. No caso das árvores adultas, foram analisadas 24 indivíduos de *E.melanophloia*, 25 de *E.crebra* e 22 de seus híbridos; em outro estudo, 14 indivíduos de *E.populnea*, 14 de *E.crebrae* 12 de seus híbridos. Foram analisadas 6 características das folhas e o diâmetro dos frutos. No caso das mudas, avaliaram-se de 6 a 8 progênies para as espécies puras e 8 a 20 progênies para as híbridas, avaliando-se nelas 6 características foliares. As populações foram estudadas pela análise multivariada, método de componentes principais, o que permitiu relacionar fenótipo e genótipo dos progenitores a suas progênies. Para *E.melanophloia* e *E.crebra*, nas árvores adultas, os dois componentes principais foram responsáveis por 96% do total da variação, no caso das mudas foi 98%. Para as árvores adultas de *E.populnea* e *E.crebra*, os dois primeiros componentes contribuíram com 94% da variação total, no caso de mudas, foi 88% . A técnica de componentes principais demonstrou ser muito útil no diferenciação de indivíduos híbridos dentro destas populações..

LADIGES *et al.* (1981) estudaram 14 populações de *E.brookerana* e 11 populações de *E.ovata* através da comparação da morfologia das mudas. Utilizaram 9 atributos binários, 3 atributos múltiplos e 9 atributos quantitativos, analisados por agrupamento e usando como medida de dissimilaridade a distância euclidiana.

BURGESS & BELL (1983), estudaram a variação das características morfológicas das mudas associadas a freqüências aloenzimáticas, em 10 populações de *E.saligna*, 13 populações de *E.grandis* e 2 populações de indentificação taxonômica difícil. Consideraram como carateres diagnósticos nas mudas: presença/ausência de lignotubérculo, glaucosidade no caule e nas folhas, área dos cotilédones, comprimento, largura e forma das folhas. Na planta adulta, consideraram-se características morfológicas de flor e fruto e peso médio das sementes. Utilizou-se como metodologia para diferenciar os grupos as técnicas multivariadas de análise de coordenadas principais e classificação hierárquica. Os autores salientam a importância da avaliação no estágio de mudas quando as populações apresentam alguma

dificuldade taxonômica. As mudas podem ser consideradas como as melhores indicadoras da divergência, mesmo quando os caracteres das plantas adultas sejam bastante similares entre as espécies taxonomicamente relacionadas.

Híbridos de polinização livre de *E.grandis* x *E.camaldulensis* e *E.saligna* x *E.tereticornis* foram estudados na fase juvenil por CANGIANI (1990). Dos híbridos e das espécies parentais avaliaram-se 100 mudas, aos 3 e 8 meses de idade. As características avaliadas foram: altura da muda, cor, comprimento e largura das folhas, diâmetro do colo, tipo de sistema radicular e lignotubérculo. As variáveis foram estudadas por uma análise univariada, e a análise fenotípica visual foi comparada com a análise discriminante. Observou-se que a análise discriminante foi mais eficiente na definição dos híbridos que a análise fenotípica. Plantas que não tinham sido identificadas como híbridas, aos 3 meses, manifestaram aspecto fenotípico híbrido aos 8 meses. Conseqüêntemente, uma seleção efetuada aos 3 meses, subestimaria o número de híbridos; no entanto mudas definidas como híbridas aos 3 meses continuaram manifestando este aspecto aos 8 meses.

PINYOPUSARERK *et al.* (1993), analisaram a variação na morfologia das mudas de 3 espécies relacionadas: *E.urophylla*, *E.pellita* e *E.scias*. A análise foi baseada na média de 20 mudas por progênies e, de cada espécie, tomaram-se 20, 13 e 2 populações, respectivamente. As avaliações foram realizadas aos 3 meses de idade e as características de folha foram medidas no 9º par. A análise canônica revelou um acumulo da variação de 70% e 16% para a primeira e segunda variável canônica, respectivamente. As características que permitiram diferenciar melhor as populações foram: a largura e o comprimento das folhas, relação do comprimento e largura na parte média da lâmina foliar e a forma da haste.

## 2.5. Importância econômica dos híbridos

A hibridação, como ferramenta no melhoramento genético dos eucaliptos, foi indicada desde longa data. PRYOR (1954a) comprovou que através da técnica de polinização controlada era possível cruzar *E.cinerea* e *E.robusta*. Essas espécies não poderiam cruzar-se naturalmente devido às barreiras geográficas, (considerável distância entre populações na zona de ocorrência). Além disso as espécies cruzadas pertencem a grupos taxonômicos diferentes, embora pertençam ao mesmo Subgênero. O autor realça a importância econômica-silvicultural deste fato,

pelas implicações que poderiam ter os cruzamentos controlados em espécies do grupo *Transversaria* (ótimas características silviculturais, mas pouca resistência a geadas), com outros grupos de espécies tolerantes ao frio (*Maidenaria*). O trabalho de CANGIANI (1990) demonstra que existe a possibilidade de serem transferidas características silviculturalmente importantes de uma espécie para outra, mediante técnicas simples de hibridação em polinização livre. O cruzamento de *E.grandis* x *E.camaldulensis* permitiria recombinar nos híbridos a boa produtividade da primeira, com a boa capacidade de rebrota da segunda espécie. Posteriores retrocruzamentos para *E.grandis* poderiam melhorar a produtividade volumétrica e qualidade da madeira do híbrido.

Por outro lado, os resultados da introdução de espécies e procedências de eucaliptos, nas regiões com estresse hídrico, não têm revelado materiais geneticamente puros e produtivos. Alguns trabalhos indicam que os híbridos podem também superar em produtividade as espécies puras, em hábitats onde estas desenvolvem-se sem limitações (VAN WYK *et al.*, 1988).

O avanço nas técnicas de propagação vegetativa permitiu, por métodos simples, a propagacão de híbridos artificiais ou espontâneos adaptados a diferentes condições edafo-climáticas. Outros híbridos podem ser valiosos para resistência a doenças, geadas, e, ao mesmo tempo, altamente produtivos, em termos de volume e qualidade da madeira, e plásticos nas suas exigências (CHAPERON, 1977; BRIGATTI, *et al.*, 1983; CAUVIN, 1988; ODA *et al.*, 1988).

Considerando que a produtividade de um talhão deve ser estimada para o mesmo material por vários ciclos de corte, híbridos entre espécies altamente produtivas e espécies com boa capacidade de rebrota são interessantes, porque assegurariam uma produtividade sustentada além do primeiro ciclo.

## 2.6. Sistema reprodutivo no gênero *Eucalyptus*

O sistema de reprodutivo de um organismo está sujeito à probabilidade de diferentes tipos de gametas se unirem para formar o zigoto. Este processo pode ser alterado por muitos mecanismos, quais sejam ambientais, fisiológicos e genéticos (ELDRIDGE, 1976).

Fatores ambientais podem causar variação no sistema de cruzamento, portanto é importante determinar se o material mostra adaptação genética

a estes fatores. Dentro da espécie a variação geográfica pode influenciar o sistema de cruzamento. O clima, o estresse de umidade, a altitude, a natureza e a disponibilidade dos polinizadores são importantes. Assim, nas populações de maiores altitudes do *E.pauciflora,* a estimativa de autofecundação, utilizando-se mudas, foi de 30%; nas baixas altitudes foi apenas de 16%. Semelhantemente, a taxa de autofecundações variou entre diferentes populações de *E.obliqua,* de acordo com as diferentes áreas climáticas (BROWN *et al.*, 1975 e MORAN & BELL, 1983).

O sistema genético do gênero *Eucalyptus* é um sistema clássico de recombinação aberta, com taxas de cruzamento relativamente altas, mantidas pela protândria (PRYOR, 1976; HODGSON, 1976a; EDRIDGE & GRIFFIN, 1987), e reforçada por seleção contra a autofecundação durante todo o ciclo vital (GRIFFIN *et al.*, 1987).

As barreiras para a autoincompatibilidade, quando presentes, operam por mecanismos pre-zigóticos, durante a formação do tubo polínico e antes da penetração do óvulo, ou pós-zigóticos. Um dos exemplos extremos do primeiro mecanismo é no caso das espécies com morfologia floral contrastantes. Nesses casos o resultado esperado é que o tubo polínico da espécie com flor menor não atinja o comprimento necessário para a fertilização do óvulo da espécie com flor maior, como ocorre no caso do cruzamento de *E.globulus* (progenitor feminino) x *E.nitens* (progenitor masculino) (GORE *et al.*, 1990). Em *E.woodwardii* não há diferença entre o comportamento do tubo polínico em cruzamentos e autofecundações, mas as autopolinizações resultaram em menor número de óvulos fecundados que os cruzamentos. A alogamia parece ser controlada por um mecanismo pré-zigótico. Além disso comumente é encontrado um reduzido número de sementes após autofecundação (SEDGLEY & SMITH, 1989). Outros autores não encontraram diferenças entre o número de óvulos fecundados em autopolinizações e cruzamentos, até a 16ª semana após a polinização em *E.regnans* (SEDGLEY *et al.*, 1989).

GRIFFIN *et al.* (1987) afirmam que estes mecanismos que controlam o sistema reprodutivo para um cruzamento preferencial, em *E.regnans*, são dependentes do genótipo do embrião e da alocação dos recursos maternos. Esta última hipótese também é levantada por JAMES & KENNINGTON (1993) para *E.camaldulensis,* onde os autores explicam que os frutos com alto número de zigotos em desenvolvimento produzem mais hormônios gerando uma maior alocação de recursos neles.

Os eucaliptos são descritos como de flores protândricas e, na maioria das espécies, a polinização é realizada por insetos (PRYOR, 1976). O período de tempo registrado entre o aparecimento dos botões e a maturidade dos frutos varia de espécie para espécie. Assim, HODGSON (1976a, 1976b) reportou para *E.grandis,* na África do Sul, um período de 8 a 11 meses, dependendo da altitude. Já CREMER *et al.*, (1984) estudando *E.regnans* na Austrália, citam um período de 3 anos; enquanto o *E.deglupta* pode completar dois ciclos completos em apenas um ano. Para *E.saligna,* na localidade de Rio Claro-SP, o período completo de formação do botão floral até a maduração do fruto é de 13 meses (KRUG & ALVES, 1949), e de 14 meses no Horto Areia Branca (BRIGATTI, 1981).

### 2.6.1. Taxas de cruzamento e autofecundação no gênero *Eucalyptus*

O florescimento irregular e a deficiência na polinização são citados por MORA *et al.* (1980) como fatores que provocam endogamia. A autopolinização tem sido verificada na maioria das espécie do gênero, segundo ELDRIDGE (1976). O autor salienta que, como a autopolinização não ocorre em todas as espécies, não constitui um hábito reprodutivo comum nos eucaliptos. Assim, a autofecundação seria um recurso da planta para assegurar sua sobrevivência, na falência de algum dos mecanismos fisiológicos, florais ou genéticos, ou quando há problemas na estrutura genética das populações.

A taxa de autofecundação que ocorre em eucaliptos é maior que 7% (REDDY & ROCKWOOD, 1989). Estimativas para o grau de autofecundação, em populações naturais, variam entre espécies do gênero: 8% a 28%. A **Tabela 1.** traz alguns dos valores de taxas de autofecundação encontrados na literatura.

No caso de plantios fora da Austrália, KRUG & ALVES (1949) estimaram uma taxa de autofecundação em "E.alba" de 23 %, através da presença de mudas albinas. A mesma metodologia foi utilizada por ZANI FILHO (1989) numa população de melhoramento de *E.grandis*, aos 82 meses de idade. O autor encontrou nesta população, uma taxa de 2,36% de mudas albinas.

**Tabela 1**. Taxas de autofecundação estimadas para várias espécies de *Eucalyptus*.

| Espécie | Taxa de autofecundação (%) | Fonte |
|---|---|---|
| *E.regnans* | 8 a 28 | ELDRIDGE, 1970 |
| *E.obliqua* | 24 | BROWN *et al.*, 1975 |
| *E.pauciflora* | 37 | PHILLIPS & BROWN, 1977 |
| *E.delegatensis* | 23 | MORAN & BROWN, 1980 |
| *E.stoati* | 18 | HOPPER & MORAN, 1981. |

Em pomares clonais de *E.grandis*, HODGSON (1974) encontrou taxas de endogamia de 10-38%, em 10 clones estudados. Já, MORI (1993), estudando subpopulações de *E.grandis* compostas de clones e progênies de meios-irmãos selecionados para características silviculturais, determinou por análise de isoenzimas taxas de endogamia de 8% em média.

Por outro lado, vários trabalhos na área de isoenzimas estimaram taxas médias de cruzamentos em populações naturais (**Tabela 2**).

**Tabela 2.** Taxas médias de cruzamentos estimadas para várias espécies de *Eucalyptus* em populações naturais.

| Espécie | Taxa média de cruzamento (%) | Fonte |
|---|---|---|
| *E.obliqua* | 76 | BROWN *et al.*, 1975 |
| *E.pauciflora* | 63 | PHILLIPS & BROWN, 1977 |
| *E.kritsonia* | 77 | FRIPPS, 1983. |
| *E.citriodora* | 86 | YEH *et al.*, 1983 |
| *E.grandis* | 84 | MORAN & BELL, 1983 |
| *E.saligna* | 77 | MORAN & BELL, 1983 |
| *E.delegatensis* | 77 | MORAN & BELL, 1983 |
| *E.regnans* | 69 | MORAN & BELL, 1983 |
| *E.regnans* | 74 | MORAN et al., 1983 |
| *E.stellulata* | 77 | MORAN & BELL, 1983 |

Em subpopulações de *E.grandis*, melhoradas para características silviculturais, MORI (1993) encontrou taxas médias de cruzamento de 88%, mostrando desvios da panmixia.

### 2.6.2. Reflexos da autofecundação na produção de sementes

Segundo HODGSON (1974, 1976b), dentre os mecanismos limitantes à endogamia estariam a protândria e a reduzida produção de sementes.

A detecção da ocorrência de autofecundação, nas espécies florestais tem sido feita a partir de estudos de avaliação de progênies com genes marcadores: albinismo, cor de cotilédones, nanismo, ou através da frequência de óvulos abortados e mais recentemente através de análise de isoenzimas (KAGEYAMA, 1981).

Os eucaliptos produzem uma alta proporção de sementes inférteis e baixo rendimento em sementes; tal fato pode ser um problema (DRAKE, 1975; PRYOR, 1976). Um fator que contribui para esta baixa fertilidade é a ocorrência regular de óvulos estéreis e ovuloides no ovário das flores de eucaliptos (CARR & CARR, 1962). O aborto de óvulos, aparentemente férteis, foi também observado durante o desenvolvimento de sementes chochas (DRAKE, 1975; SEDGLEY, 1989). Ocorrem pelo menos três tipos de sementes na cápsula madura: os ovuloides estéreis, as sementes estéreis (chocha) e a semente cheia normal

Segundo SEDGLEY *et al.* (1989), em *E.woodwardii* comumente é encontrado um reduzido número de sementes após autofecundação. HOPPER & MORAN (1981), estudando o *E.stoati*, citam como um dos indicadores de endogamia o baixo número de sementes produzida por planta. ELDRIDGE & GRIFFIN (1983), trabalhando com 14 indivíduos de *E.regnans*, observaram que o número médio de sementes viáveis variava de 42 sementes por 100 flores autofecundadas, para 71 sementes em polinização livre e 90 sementes em polinização cruzada. HOGDSON (1976c) obteve, como resultado de estudos de polinização controlada num pomar de sementes constituido por 11 clones de *E.grandis*, uma diminuição no número de sementes por fruto de 35 para polinização cruzada a 5,5 para polinização livre e 3 para autofecundação.

JAMES & KENNINGTON (1993), estudando progênies de polinização livre e autofecundação em *E.camaldulensis,* por métodos de isoenzimas, observaram que sementes provenientes de cruzamento eram encontradas mais comumente nos frutos com alto número de sementes, e eram pouco freqüentes em frutos com poucas sementes.

ODA *et al.* (1989), citam que em *E.grandis* as sementes maiores apresentavam menor porcentagem de plântulas albinas e anormais, relacionando a autofecundação com a produção de sementes pequenas. No entanto lotes, com alto número de sementes viáveis por quilo, apresentaram uma baixa porcentagem de mudas albinas ou anormais.

### 2.6.3. Reflexos da autofecundação na fase de muda e durante o ciclo vital

Na fase de plântula o albinismo foi utilizado como ferramenta para evidenciar a ocorrência de autopolinização em "E.alba" por KRUG & ALVES (1949); e em *E.grandis* por VAN WYK (1980) e MAÊDA (1987).

Segundo HOGDSON (1974) as progênies autofecundadas de *E.grandis* estão sujeitas a várias formas de depressão endogâmica: deformação do caule e folhas e depressão do vigor. Este autor observou que a altura de progênies autofecundadas era 8% a 49% menor que as progênies resultantes de cruzamento, aos 18 meses de idade. Quinze tipos de anormalidades foram estudadas e 10 destas foram consideradas prejudiciais. O autor concluiu que a espécie é predominantemente alógama, havendo perda de vigor com a autofecundação.

COSSALTER & MARTINS (1975), estudando populações de *E.urophylla* e *E.alba*, observaram que existe uma correlação estreita entre a altura média das progênies, a um ano de idade, e o poder germinativo das sementes da árvore matriz. Os autores tentaram explicar esta relação atribuindo que quanto mais baixa for a taxa de endogamia, maior será o poder germinativo da semente.

VENKATESH & VARKSHASYA (1978) compararam os resultados entre progênies híbridas de *E.camaldulensis* com *E.tereticornis*, progênies de autofecundação e progênies de meios-irmãos. Os autores determinaram que as diferenças em vigor entre esses tipos de progênies não são apenas mantidas como também aumentadas com a idade, com nítida superioridade das híbridas.

Os trabalhos de ELDRIDGE & GRIFFIN (1983) com *E.regnans*, mostraram que progênies autofecundadas cresceram apenas mais lentamente que as progênies de polinização livre e as de cruzamento, aos dois anos de idade. Mas, aos cinco anos, os efeitos detrimentais da endogamia se evidenciaram nas progênies autofecundadas, com diferenças altamente significativas para sobrevivência, altura e diâmetro. Na idade de 12 anos, apenas 25% das árvores provenientes de autofecundação sobreviveram, enquanto que as progênies de cruzamento foram as de melhor crescimento e as de polinização livre foram intermediárias.

Um trabalho conduzido por VAN WYK (1981), com *E.grandis*, confirmou que a autofecundação é muito prejudicial para o desenvolvimento. Os efeitos da endogamia, provocado pelo cruzamentos entre irmãos-germanos, são detrimentais. Entretanto, as famílias obtidas por mistura de pólen mediante polinizações controladas, são superiores às famílias de meios-irmãos, sendo as famílias de polinização aberta intermediárias.

# 3. MATERIAIS E MÉTODOS

## 3.1. Material

### 3.1.1. O local

A Estação Experimental de Itatinga está localizada no município do mesmo nome, Estado de São Paulo, na latitude de 22°59'S, longitude 48°41'W e altitude de 765 m.

O clima da região é do tipo CWa (segundo Köepen), com uma temperatura média anual de 21°C e uma precipitação média anual de 1.300 mm com 80% das chuvas concentradas entre os meses de outubro a março (SÃO PAULO. SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS, 1972). O solo predominante é o Latossolo vermelho escuro, textura argilosa média (DEPTO. DE CIÊNCIAS FLORESTAIS, 1994). O relevo é suave e ondulado.

### 3.1.2. A população de *Eucalyptus saligna*

O *E.saligna* de Itatinga constitue uma das mais representativas reservas genéticas da espécie no pais.

O material original chegou ao Brasil, em contato com o Jardim Botânico de Sidney (Austrália). Os registros da época, apontaram para a macroregião costeira sul de New South Wales como origem das matrizes coletadas (SANTOS & SCANAVACA, 1992). Este material foi plantado no Horto da FEPASA (Ferrovia Paulista S.A.) em Rio Claro, nos anos de 1915 a 1916 e identificado como "Eucalyptus saligna var. botryoides". Estes talhões encontravam-se rodeados por plantios de *E.microcorys* e *E.paniculata*. Em 1940, sementes de "E.saligna var. botryoides" foram coletadas e plantadas no Horto de Itatinga.

Esta plantação vem sendo conduzida há 20 anos pelo Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP e pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), com a finalidade de obter sementes de boa qualidade para atender a demanda do mercado. Dentro do Horto, foram identificados talhões como "Áreas de Coleta de Sementes". Este material vem sendo utilizado com sucesso, desde 1972, em plantações comerciais de diversas regiões do Brasil, principalmente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul.

### 3.1.3. O material de estudo

#### 3.1.3.1. As árvores matrizes

O material genético estudado no presente trabalho, foi constituido por uma amostra de 48 matrizes provenientes dos talhões 19 e 20. As árvores encontravam-se dispersas nos dois talhões.

As matrizes foram classificadas fenotipicamente no campo em função das características de casca. Foram denominadas do "tipo saligna" quando a casca era totalmente lisa ("gum"); "tipo híbrido", quando o tronco apresentava diferentes porcentagens de casca rugosa, desde 10% até 60% e "tipo botryoides" quando apresentava 100% de casca rugosa. Para este trabalho, tomaram-se 16 matrizes do "tipo saligna" (S76 - S77 - S78 - S79 - S80 - S84 - S85 - S86 - S87 - S88 - S89 - S90 - S91 - S92 - S93 - S94), 17 matrizes do "tipo híbrido" (H08 - H28 - H29 - H31 - H32 - H33 - H34 - H54 - H55 - H56 - H57 - H58 - H59 - H75 - H81 - H82 - H95) e 15 matrizes do "tipo botryoides" (B01 - B03 - B04 - B05 - B06 - B09 - B10 - B11 - B12 - B13 - B21 - B22 - B27 - B36 - B42).

Os talhões estudados estavam compostos por aproximadamente 5% das árvores do tipo botryoides. Embora os talhões circundantes, apresentam uma porcentagem maior das árvores deste tipo.

Em dezembro de 1991, foram coletadas sementes das 48 matrizes, e em julho de 1993 foram coletados ramos para a avaliação dos carateres morfológicos (folhas, flores, frutos, sementes).

### 3.1.3.2. As progênies

#### 3.1.3.2.1. Experimento I

A semeadura das progênies das 48 matrizes foi efetuada no viveiro da EUCATEX - Faz. "Santa Terezinha" em Bofete - SP, no mês de novembro de 1992.

O método de semeadura utilizado foi o de semeadura direta em bandeja de tubetes com 50 $cm^3$ de volume. Como substrato foi utilizado PLANTMAX. As sementes não foram classificadas por tamanho. O número total de tubetes por progênie foi de 128, correspondendo ao número total existente na bandeija. Os tubetes receberam adubação líquida aos 30, 40, 55 e 60 dias, utilizando-se fosfato monoamônico (MAP) nas doses: 5 - 7,5 - 10 - 10 g/l, respectivamente.

Aos 30 dias foi efetuado o desbaste das mudas, estimando-se a seguir, a porcentagem de falhas na germinação através da relação:

$$\frac{\text{Número de tubetes sem germinação}}{\text{Número total de tubetes}} \times 100$$

Aos 60 dias as mudas obtidas foram classificadas em: a) mudas aptas para plantio e b) mudas defeituosas. A partir desses dados obteve-se a variável porcentagem de aproveitamento das mudas:

$$\frac{\text{Número de mudas aptas}}{\text{Número total de mudas}} \times 100$$

Foram também estimados por árvore matriz: número de sementes por quilograma, número de sementes viáveis por quilograma, número de sementes por fruto.

#### 3.1.3.2.2. Experimento II

A semeadura das 48 progênies foi efetuada no viveiro do Depto. de Ciências Florestais ESALQ/USP.

O número de sementes semeada por progênie variou em função do número de sementes viáveis por grama. O método de semeadura utilizado foi o de semeadura direta em sacos plásticos com 175 $cm^3$ de volume. Como substrato foi utilizada uma mistura de solo argiloso, solo arenoso e esterco curtido, em partes iguais. As sementes não foram classificadas por tamanho. O número total de sacos plásticos por progênie foi de 200, tomando-se ao acaso 20 para este experimento.

Quarenta dias após a semeadura, a muda mais vigorosa, por recipiente, foi retida desbastando-se as mais fracas.

Quarenta e cinco dias após a semeadura, as mudas começaram a ser adubadas na irrigação com uma mistura de: 10 g de uréia, 7,5 g de superfosfato simples, 7,5 g de cloreto de potásssio e 1,5 g de FTE BR10, para 1.000 mudas. A adubação foi efetuada a cada 7 dias.

Aos 60 dias foi utilizada outra mistura, também para 1.000 mudas, constituida por: 20 g de sulfato de amônia, 55 g de superfosfato simples, 25 g de cloreto de potássio e 3 g FTE BR10, a cada 10 dias.

Aos 100 dias foram suspensas as adubações. As mudas obtidas foram utilizadas para as avaliações morfológicas.

## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Avaliações

#### 3.2.1.1. Das sementes

As análises do número de sementes por quilogramagrama, número de sementes viáveis por quilograma e tamanho das sementes foram realizadas em março de 1992 no Laboratório de Análise de Sementes do Depto. de Ciências Florestais da ESALQ/USP. Tanto para a contagem de sementes como para o teste de germinação, utilizou-se uma amostra de 0,50 g homogeneizada e subdividida em 4 subamostras de 0,125 g cada uma, aproximadamente. O teste de germinação teve duas contagens aos 7 dias e a segunda e última aos 14 dias. Para avaliar o tamanho das sementes foi utilizada uma bateria de peneiras de diâmetro de malha 1,016 - 0,838 - 0,686 - 0,610 e 0,508 mm, a partir de uma amostra de 0,50 g.

No mês de agosto de 1993, dos frutos coletados em julho de 1993, realizou-se a contagem de número de sementes por fruto (média de 100 frutos) e tamanho de sementes para os 100 frutos, utilizando a mesma bateria de peneiras que na análise anterior.

#### 3.2.1.2. Das matrizes

Por árvore matriz, foi determinada a porcentagem de casca (em relação à altura total do tronco). O valor encontrado representa a estimativa da árvore analisada. Coletaram-se ainda: folhas, botões florais e frutos, para identificar cada uma das 48 matrizes.

A **Tabela 3**, relaciona as características morfológicas avaliadas. Em laboratório foram feitas as contagens para os carateres 1; 2; 5 e 6 (**Tabela 3**). A largura da folha mediou-se na largura máxima. A forma da folha, avaliou-se através de uma escala subjetiva de três notas (0: folha reta; 1: folha intermediária; 2: folha falcata). A média das 25 folhas deu um valor máximo de 2 e mínimo de 0, com todos as possíveis valores intermediários. Também mediram-se 25 elementos por matriz para os carateres contínuos, mediante um paquímetro digital (precisão 0,01 mm). Para cada contagem ou medição, tomaram-se 25 elementos (folhas, frutos e umbelas) por matriz.

**Tabela 3**. Características morfológicas avaliadas nas 48 árvores matrizes.

| Caráter | Forma de avaliação |
|---|---|
| 1. Número de flores por umbela (NBO) | Descontínua |
| 2. Número de frutos por infrutescência (NFR) | Descontínua |
| 3. Diâmetro de fruto em mm (DFR) | Contínua |
| 4. Comprimento de fruto em mm (CFR) | Contínua |
| 5. Número de valvas por fruto (NVF) | Descontínua |
| 6. Porcentagem de frutos pedicelados (PFR) | Binário (porcentagem) |
| 7. Largura dos pedúnculos da infrutescência em mm (LPI) | Contínua |
| 8. Comprimento dos pedúnculos da infrutescência em mm (CPI) | Contínua |
| 9. Largura da lâmina foliar em mm (LFO) | Contínua |
| 10. Comprimento da lâmina foliar em mm (CFO) | Contínua |
| 11. Forma das folhas (FFO) | Descontínua |
| 12. Porcentagem de casca no tronco (CAS) | Descontínua |

### 3.2.1.3. Das progênies

No experimento II, foram avaliadas as características descritas na **Tabela 4**, num total de 20 mudas por progênie.

As medições de altura total das mudas, largura e comprimento da lâmina foliar foram efetuadas com régua graduada (precisão 1 cm). Para avaliar o diâmetro do colo e o lignotubérculo empregou-se um paquímetro digital (precisão 0,01 mm). Quando a muda apresentava lignotubérculo, o diâmetro do colo foi medido a 0,5 cm acima da tuberosidade. Para quantificar a característica lignotubérculo, substraiu-se o valor do diâmetro máximo ao nível da tuberosidade do valor do diâmetro de colo a 0,5 cm acima dela.

No caso da glaucosidade, consideraram-se mudas glaucas e não glaucas de tal forma que o valor por progênie estimou uma porcentagem de mudas com presença de glaucosidade. Para avaliar a presença de antocianinas, construiu-se um índice combinado de três cifras: a primeira indicando a coloração das gemas, a segunda, a coloração das folhas e a terceira a coloração da haste; considerando-se em cada caso uma escala de 4 notas: 0 (verde), 1 (verde-avermelhado), 2 (vermelho-esverdeado) e 3 (vermelho). De tal forma que uma muda completamente verde (gemas, folhas e haste), tinha índice 0, e uma muda com alta concentração de antocianinas tinha um índice máximo de 3. Assim a partir de uma avaliação por notas tentou-se transformar uma variável discreta em contínua.

**Tabela 4.** Caracterísiticas morfológicas avaliadas nas progênies do experimento II, aos 150 dias de idade.

| Caráter | Forma de avaliação |
|---|---|
| 1. Altura da muda em cm (ALT) | Contínua |
| 2. Diâmetro do colo em mm (DCO) | Contínua |
| 3. Largura da 10° folha em mm (LFM) | Contínua |
| 4. Comprimento da 10° folha em mm (CFM) | Contínua |
| 5. Glaucosidade em porcentagem (GLA) | Binária |
| 6. Lignotubérculo (LIG) | Binária |
| 7. Antocianinas (ANT) | Descontínua |

### 3.2.2. Análises estatísticas

#### 3.2.2.1. Das sementes

As relações entre o número e o tamanho das sementes por quilograma e por fruto foram estudadas pela análise de regressão tendo como variáveis dependentes a porcentagem de aproveitamento das mudas ou a porcentagem de falhas na germinação, e, como variável independente, o número de sementes por quilograma ou o tamanho das sementes numa amostra de 0,5 grama e numa amostra de 100 frutos. A escolha do melhor modelo foi baseada: no coeficiente de determinação ajustado ($R^2$), na significância do teste F, na significância dos coeficientes da regressão pelo teste 't', de "Student", considerando um nível aceitável de significância de 1% de probabilidade. Os dados foram processados no Statistical Analysis System (SAS, 1987).

#### 3.2.2.2. Das matrizes

As árvores matrizes foram avaliadas inicialmente mediante uma análise da variância univariada para cada uma das 12 características morfológicas descritas na **Tabela 3**. O delineamento estatístico utilizado foi enteiramente casualizado com os tratamentos num esquema hierárquico, onde as árvores matrizes em função do tipo foram consideradas como repetições. Para a comparação das médias empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Numa segunda etapa as árvores matrizes foram estudadas mediante técnicas multivariadas. Inicialmente mediante a análise de componentes principais, e posteriormente através de quatro métodos de agrupamentos hierárquicos aglomerativos.

As análises de agrupamento têm por finalidade reunir, por algum critério de classificação, os indivíduos em vários grupos de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos. Alternativamente, as técnicas de análise de agrupamento têm por objetivo, ainda, dividir um grupo original de observações em vários grupos, segundo algum critério de similaridade ou dissimilaridade.

A análise de componentes principais pode ser empregada visando as seguintes finalidades: conhecer as correlações existentes entre as características;

agrupar indivíduos mediante uma análise gráfica bidimensional; resumir um conjunto de variáveis num outro conjunto de menor dimensão; avaliar a importância de cada caráter promovendo a elimininação dos carateres redundantes; e conseguir um conjunto de variáveis transformadas não correlacionadas entre si que possibilite o agrupamento (DUNN & EVERITT, 1982; MARDIA *et al.*, 1979). Neste trabalho, tentou-se explorar cada uma das potencialidades descritas anteriormente.

A técnica consiste em transformar um conjunto p de variáveis $x_1$, $x_2$, ... $x_p$,, pertencentes a k indivíduos (árvores matrizes), em um novo conjunto de variáveis $y_1$, $y_2$, ... $y_p$, de tamanho equivalente. As novas variáveis são denominadas de componentes principais e apresentam as seguintes propriedades:

a) Cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais.

b) Os coeficientes que definem cada transformação linear são tais que a soma de seus quadrados é igual a um.

c) De todas as possíveis transformações $y_1$ tem a maior variância, e $y_2$, a segunda maior variância e assim sucessivamente.

d) De todas as possíveis transformações $y_1$, $y_2$, ... $y_p$, são não correlacionados entre si.

A possibilidade que a análise de componentes principais tem de selecionar e eliminar os carateres redundantes, está baseada na propriedade de que a variância dos componentes principais decresce do primeiro até o último componente. Se considera o autovetor correspondente a o menor autovalor, e se descarta a variável com o maior coeficiente (valor absoluto). Este princípio é consistente com a idéia de que um componente com autovalor pequeno é considerado de menor importância e, consequentemente, a variável que predomina deveria ser de pouca importância ou redundante (MARDIA *et al.*, 1979). JOLLIFFE (1972) propõe para o descarte considerar autovalores inferiores a 0,70. Por outro lado, consideraram-se também, as altas correlações encontradas entre características avaliadas em diferentes órgão da árvore.

Numa segunda etapa, escolheram-se quatro métodos de agrupamento, dentre os métodos hierárquicos aglomerativos - SAHN (sequencial agglomerative hierarquical nonoverlapping): ligação mínima, ligação completa, ligação média de grupos (UPGMA) e método de Ward. Nas técnicas hierárquicas, os objetos (indivíduos) são classificados em grupos em diferentes etapas, obedecendo um modo hierárquico, e produzindo uma árvore de classificação chamada de dendrograma.

Estas técnicas hierárquicas podem ser subdivididas em dois tipos: a) as aglomerativas que, através de fusões sucessivas dos n indivíduos, vão sendo obtidos n-1, n-2, etc. grupos, até reunir todos os objetos num único grupo; b): as do tipo divisivo, que partem de um único grupo e por divisões sucessivas vão sendo obtidos 2,3, etc. grupos.

Estes métodos partem de uma matriz de semelhanças ou distâncias, considerando cada objeto como um grupo inicial e juntando o par de grupos mais próximos. Este processo continua até que permanece somente um grupo. O processo de agrupamento envolve básicamente duas etapas: a) a primeira relaciona-se com a estimação de uma medida de similaridade (ou dissimilaridade) entre os objetos, e b) a segunda com a adoção de uma técnica de agrupamento para a formação dos grupos.

Os quatro métodos hierárquicos aglomerativos empregados diferem apenas no critério utilizado para decidir qual é o par de grupos mais próximos em cada passo da análise. Em todos os casos utilizou-se como medida de dissimilaridade a distância euclidiana média, prévia estandartização das variáveis:

A distância euclidiana média entre 2 indivíduos i e j define-se por meio da expressão:

$$D_{ij} = [\sum_{k=1}^{p} ( x_{ik} - x_{jk})^2 ]^{1/2} / N$$

Sendo, $x_{ik}$ a observação no i-ésimo indivíduo (i=1,2, ..., p), em referência ao k-ésimo caráter (k=1,2, .., n) estudado e N sendo o número total de variáveis.

Para contornar o problema das diferentes escalas de medições das variáveis envolvidas, estandartizaram-se os dados originais e, para minimizar a influência no número de carateres avaliados, utilizou-se a média da distância.

Com base nos cálculos das distâncias entre indivíduos, é estabelecido um dendrograma. A análise do dendrograma permite verificar o grau de similaridade entre indivíduos, entre indivíduos e grupos e entre grupos similares, ou entre grupos distintos. O estabelecimento dos grupos é feito de forma subjetiva, tendo por base as mudanças acentuadas de níveis, associadas ao conhecimento prévio que se tem do material em estudo.

O dendrograma pode ser considerado a representação simplificada da matriz de similaridade. Uma forma de quantificar a capacidade do dendrograma em

reproduzir a matriz de distâncias é construir uma matriz co-fenética. Esta é a matriz de distâncias entre os indivíduos obtidas a partir do dendrograma, e serve para compará-la com a matriz original de distâncias. O grau de associação entre as duas matrizes se mede pelo coeficiente de correlação co-fenética (SNEATH & SOKAL, 1973).

Foram calculados os dendrogramas, a partir das 11 características morfológicas totais avaliadas nas 48 árvores matrizes, e compararam-se os mesmos com os dendrogramas construidos a partir das 6 características que restaram depois do descarte das variáveis redundantes. A comparação entre os dendrogramas permitiu conhecer a perda de informação gerada pela diminuição no número de características envolvidas nas análises.

Em função da existência de variáveis correlacionadas supõe-se que a distância euclidiana é uma estimativa pouco confiável da verdadeira distância entre os indivíduos. Considerando que uma das propriedades dos componentes principais é a transformação das variáveis originais num novo conjunto de variáveis não-correlacionadas, comparam-se os agrupamentos realizados através das variáveis estantardizadas e a distância euclidiana média, com os agrupamentos realizados com os os primeiros 6 componentes principais (depois do descarte) e as distâncias euclidianas médias.

#### 3.2.2.3. Das progênies

Para o experimento II, o tipo de delineamento foi casualizado numa organização hierárquica dos tratamentos, com 4 repetições e 5 plantas por parcela. O único objetivo do uso de delineamento estatístico na análise de componentes principais e na análise de agrupamento foi ter um maior controle da variação local.

Calcularam-se as correlações de Pearson entre as 7 características morfológicas das progênies e utilizaram-se os mesmos métodos multivariados que nas análises das árvores matrizes: análise de componentes principais e análise de agrupamento. Empregaram-se as médias das características de 20 plantas por progênie como valor de entrada (**Tabela 4**).

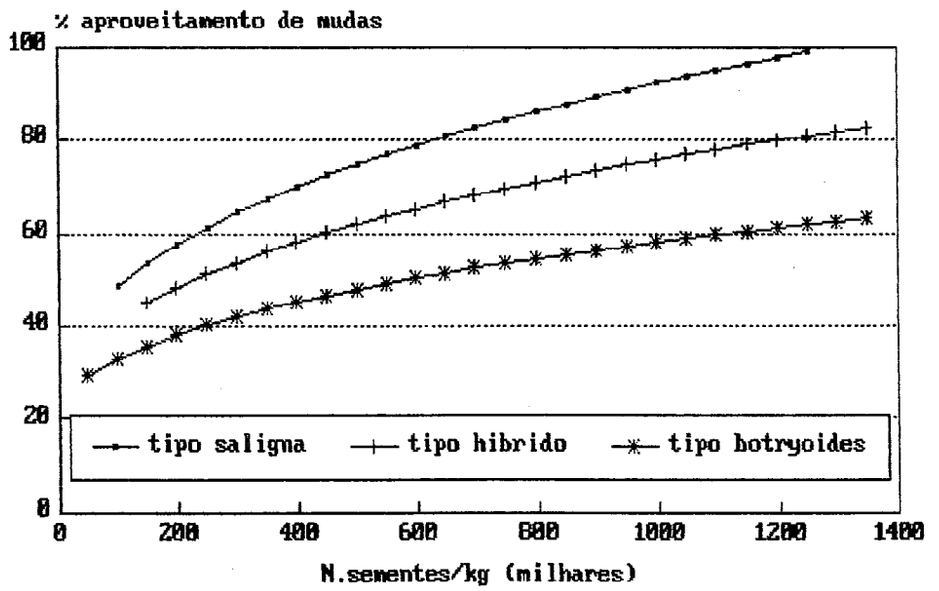
Tanto no caso das árvores matrizes quanto no caso das progênies, as correlações de Pearson entre as características morfológicas foram calculadas no Statistical Analysis System mediante a proc CORR (SAS, 1987). As análises de agrupamentos e de componentes principais foram calculadas no pacote FITOPAC (SHEPHERD, 1993).

# 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.1 Avaliação das sementes

### 4.1.1. Relação entre a porcentagem de aproveitamento das mudas e o número de sementes por quilograma

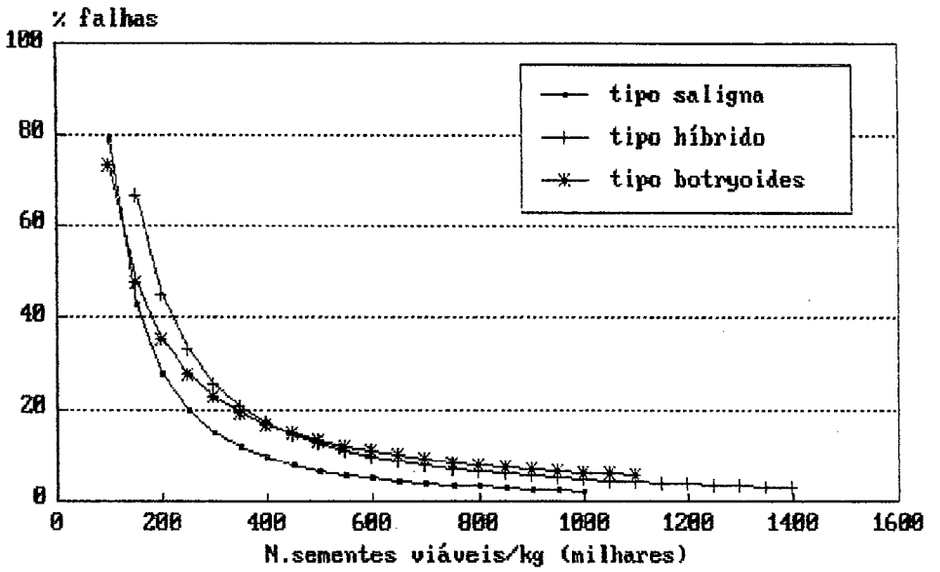
A **Figura 1** traz a relação encontrada entre a porcentagem de aproveitamento das mudas avaliadas ao 90 dias de idade e o número de sementes por




| | | |
|---|---|---|
| tipo saligna | ln (% aproveitamento) = 0,3264 x ln (N.sementes/kg) | $R^2 = 0,99$ |
| tipo híbrido | ln (% aproveitamento) = 0,3122 x ln (N.sementes/kg) | $R^2 = 0,99$ |
| tipo botryoides | ln (% aproveitamento) = 0,2930 x ln (N.sementes/kg) | $R^2 = 0,99$ |

**Figura 1**. Porcentagem de aproveitamento das mudas em função do número de sementes por quilograma, para os tipos saligna, híbrido e botryoides.

quilograma, para cada um dos tipos. A aplicação da análise da variância da regressão, para a variável dependente porcentagem de aproveitamento das mudas, em função do número de sementes por quilograma como variável independente, demonstrou que o modelo logarítmico foi altamente significativo pelo teste F ( $p < 0,0001$), sendo os valores de F de 37041, 14885 e 4049, para os tipos saligna, híbrido e botryoides, respectivamente, e os valores do teste de 't' dos parâmetros da regressão também foram altamente significativos.




| | | |
|---|---|---|
| tipo saligna | Ln(%falhas) = 21,8286 - 1,5164 x ln(sementes viáveis/kg) | $R^2$=0,60 |
| tipo híbrido | Ln(%falhas) = 20,5286 - 1,3702 x ln(sementes viáveis/kg) | $R^2$=0,69 |
| tipo botryoides | Ln(%falhas) = 16,5283 - 1,0625 x ln(sementes viáveis/kg) | $R^2$=0,53 |

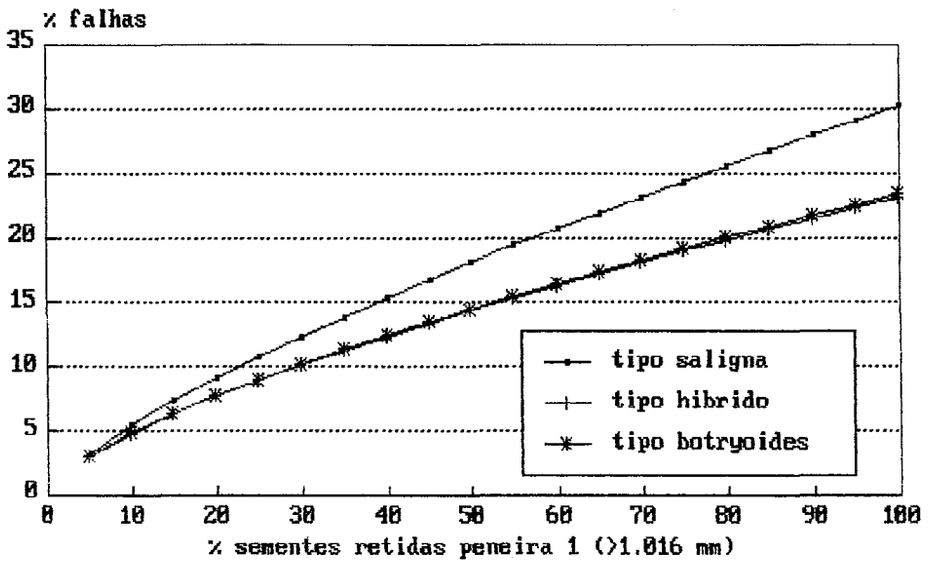
**Figura 2.** Porcentagem de falhas na germinação em função do número de sementes viáveis por quilograma, para os tipos saligna, híbrido e botryoides.

A **Figura 1** sugere que quanto maior for o número de sementes por quilograma maior é a porcentagem de aproveitamento das mudas. O tipo saligna apresenta uma melhor porcentagem de aproveitamento das mudas, independentemente do número de sementes por quilograma. Valores máximos de 96% para 1.200.000 sementes por quilograma foram estimados no tipo saligna, 81% para 1.300.000 sementes por quilograma no tipo híbrido e 62% para 1.300.000

sementes por quilograma no tipo botryoides. A mesma conclusão pode ser obtida considerando-se como variável dependente a porcentagem de falhas na germinação e como variável independente o número de sementes viáveis por quilograma. A **Figura 2** mostra que esta associação pode ser explicada pelo modelo logarítmico, que mostrou ser altamente significativo pelo teste F ($p < 0,0001$); mas com valores de F inferiores (52,19; 100,3 e 42,5) ao caso da **Figura 1.** Os valores de t dos parâmetros da regressão também foram altamente significativos. A **Figura 2** demonstra que matrizes com um alto número de sementes viáveis por quilograma dão origem a uma menor porcentagem de falhas na germinação. Quando o número de sementes viáveis da matriz está abaixo do valor 100.000, pode-se esperar uma porcentagem de falhas na germinação de sementes superior a 80%; enquanto as matrizes com mais de 600.000 sementes viáveis por quilograma quase não produzem falhas na germinação das sementes.

### 4.1.2. Relação entre a porcentagem de aproveitamento das mudas e o tamanho das sementes

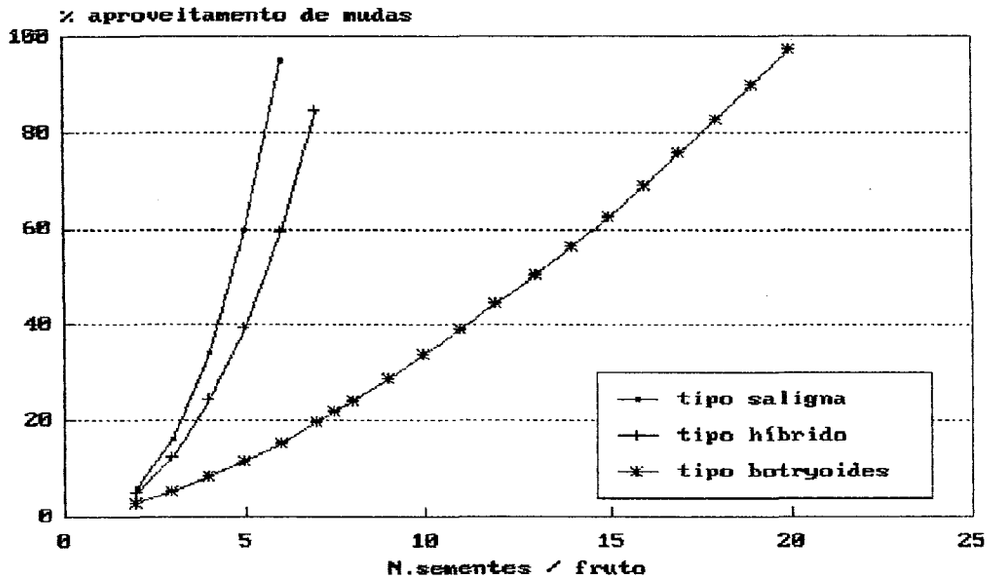
Neste estudo, procurou-se associar o tamanho das sementes com a porcentagem de aproveitamento das mudas, porcentagem de falhas ou número de sementes por quilograma. O tamanho das sementes, avaliado numa amostra de 0,5 gramas ou sobre as sementes obtidas de 100 frutos, apresentou resultados diferentes. Quando se considerou como variável dependente a porcentagem de falhas na germinação e como variável independente a porcentagem de sementes retidas na peneira 1 (sementes > 1,016 mm), a relação mostrou ser significativa ($p < 0,0001$) (**Figura 3**). Os dados ajustam melhor no caso do modelo logarítmico, com valores de F de 155, 409 e 278 para os tipo saligna, híbrido e botryoides, respectivamente. Os valores de 't' dos parâmetros, da regressão foram altamente significativos nos três casos. Os valores das somas dos resíduos para os três tipos foram de 5,851; 0,784 e 0,101. A tendência geral foi que as matrizes, com uma maior porcentagem de sementes "grandes" ( > 1,016 mm), apresentaram uma maior porcentagem de falhas na germinação. O tipo saligna apresentou uma maior porcentagem de falhas para as mesmas porcentagem de tamanhos de sementes quando comparado com os tipos híbridos e botryoides.




| | | |
|---|---|---|
| tipo saligna | ln(%falhas) = 0,73994 x ln(%sementes pen1) | $R^2$ = 0,81 |
| tipo híbrido | ln(%falhas) = 0,68183 x ln(%sementes pen1) | $R^2$ = 0,90 |
| tipo botryoides | ln(%falhas) = 0,68418 x ln(%sementes pen1) | $R^2$ = 0,88 |

**Figura 3**. Porcentagem de falhas na germinação em função da porcentagem de sementes retidas na peneira 1 (> 1,016 mm), para os tipos saligna, híbrido e botryoides.

A **Figura 4** mostra qua existem diferenças entre os 3 tipos para a relação porcentagem de aproveitamento das mudas em função do número de sementes por fruto. Os tipos saligna e híbrido tiveram um comportamento semelhante variando entre 0,99 a 10,15 e 2,24 a 8,93 sementes por fruto, respectivamente, enquanto o tipo botryoides apresentou uma amplitude maior, entre 1,63 a 33,77 sementes por fruto. A **Figura 4** indica uma tendência para as matrizes com alto número de sementes por fruto, originarem uma maior porcentagem de aproveitamento das mudas. O modelo logarítmico dá um melhor ajuste dos dados com valores de F significativos ($p < 0,0005$) de 73,3; 222,9 e 101,6 para os tipos saligna, híbrido e botryoides, respectivamente. Para os tipos saligna e híbrido poder-se-ia esperar uma porcentagem de aproveitamento de 90% em matrizes que produzem 6,5 sementes por frutos; enquanto para o tipo botryiodes esta mesma porcentagem poder-se-ia esperar em matrizes que produzem 18 sementes por fruto.




| | | |
|---|---|---|
| tipo saligna | ln(%aproveitamento)=2,5418 x ln(N.sementes/fruto) | $R^2$=0,82 |
| tipo híbrido | ln(%aproveitamento)=2,2816x ln(N.sementes/fruto) | $R^2$=0,93 |
| tipo botryoides | ln(%aproveitamento)=1,5288 x ln(N.sementes/fruto) | $R^2$=0,87 |

**Figura 4**. Porcentagem de aproveitamento das mudas em função do número de sementes por fruto, para os tipos saligna, híbrido e botryoides.

ZANI FILHO & KAGEYAMA (1984), recomendaram um regime de manejo para melhorar o florescimento nas áreas produtoras de sementes de *E.grandis*, como forma de aumentar o número de sementes viáveis por quilograma. Os estudos de HODGSON (1976b), também concordam que o cruzamento aumenta o rendimento relativo das sementes quando comparado com a autofecundação. Por tanto, é de se esperar que as matrizes, com alto número de sementes por quilograma, apresentem uma alta taxa de cruzamento. Um reflexo desta relação pode ser o fato de que as matrizes com alto número de sementes viáveis por quilograma ou alto número de sementes por fruto apresentem um maior aproveitamento das mudas (**Figura 1** e **Figura 4**). As matrizes que apresentam alta produção de sementes também produzem uma alta taxa de aproveitamento de mudas.

ODA *et al.* (1989) concluiram que em *E.grandis* lotes com alto número de sementes por quilograma apresentavam uma baixa porcentagem de mudas albinas e anormais. A **Figura 2** mostrou que a porcentagem de falhas na germinação aumentou, quando foram empregados lotes de sementes com baixo número de sementes viáveis por quilograma.

Vários trabalhos na literatura (HODGSON, 1976a, 1976b, 1976c; VENKATESH & VAKSHASYA, 1977; van WYK, 1981; ELDRIDGE & GRIFFIN, 1983; POTTS *et al,* ,1987; TIBBITS, 1988), concordam em afirmar que nos eucaliptos as sementes de cruzamento são superiores às sementes de autofecundação , e que a seleção contra progênies de autofecundação ocorre durante diferentes etapas do ciclo vital do indivíduo.

A ampla gama de variação encontrada na produção de sementes, ao considerar o número de sementes por quilograma (de 1.280.000 a 65.000), ou ao considerar o número de sementes por fruto (de 33 a < 1), sugere que podem existir fatores que influenciam de forma variável a polinização nesta população. Na **Figura 4,** observa-se que os extremos na produção de sementes por fruto foi mais evidentes no tipo botryoides (1 a 33) que nos tipos saligna (1 a 10) e híbrido (2 a 9). Mesmo assim, pode se considerar que os tipos saligna e híbrido apresentaram valores superiores aos registrados em outros trabalhos.

PACHECO (1982) no seu estudo de polinização de *Eucalyptus saligna* por *Apis mellifera,* no Horto Areia Branca na localidade de Casa Branca-SP, encontrou uma média de 2,9 a 4,9 sementes por fruto ou 290.000 a 442.000 sementes por quilograma. BRIGATTI (1981), num estudo de 7 clones de *E.saligna* na mesma localidade neste Horto, encontrou uma média de 2,0 sementes por fruto ou 220.000 sementes por quilograma. Os clones apresentaram aborto de flores e problemas na polinização. ASHTON (1975) estudando *E.regnans*, considera que as perdas ocorridas após a polinização podem ser atribuidas provavelmente a fatores que propiciam maiores taxas de autofecundação, fazendo com que os botões que não são polinizados percam suas funções e, em conseqüência, caiam. JAMES & KENNINGTON (1993) levantam a hipótese de que os frutos que desenvolvem alto número de zigotos produzem mais hormônios gerando uma maior alocação de recursos neles. Além disso os autores concluiram, ao estudar progênies de polinização livre de *E.camaldulensis,* que as sementes provenientes de cruzamentos eram encontradas mais frequentemente em frutos com alto número de sementes, e eram

menos frequentes em frutos com poucas sementes. BRIGATTI *et al.* (1983b) concluiram que a polinização cruzada aumenta o número médio de sementes por fruto, quando comparada com a polinização livre. Outros trabalhos citam que a baixa produção de sementes nos eucaliptos pode estar associada à autofecundação (HODGSON, 1976C; HOPPER & MORAN, 1989; SEGDLEY *et al*, 1989).

Durante a coleta de material para a análise morfológica (mês de julho de 1993) observou-se que as matrizes do tipo saligna e híbrido estavam aproximadamente no mesmo estágio fenológico, com botões florais fechados e ainda verdes. As do tipo botryoides estavam num estágio fenológico diferente, com botões verdes em algumas matrizes e em outras, na fase final da floração ou no começo da formação do fruto. Foi evidente que as matrizes do tipo botryoides tinham uma época de floração diferente do tipo saligna e do híbrido.

Com relação ao tamanho das sementes, (**Figura 3**), PEREIRA & GOMES (1983), concluiram em que sementes inferiores a 1,016 mm produziam uma maior taxa de sobrevivência nas mudas, observando-se até uma certa proporcionalidade na redução da taxa de sobrevivência com o aumento do tamanho a semente. ODA *et al.* (1989) ao estudarem o tamanho das sementes e o comportamento das mudas no viveiro em *E.grandis,* avaliado pela presença de plântulas albinas e anormais, concluiram que a produção de sementes pequenas pode estar relacionada com a autofecundação. Porém, deve-se salientar que a classificação por tamanho, utilizada nos diversos trabalhos da literatura, não é homogênea. As peneiras utilizadas variam nas aberturas das malhas; o que torna dificil comparar os resultados e acima de tudo, concluir a respeito de "sementes grandes" ou "sementes pequenas". Um outro fato que pode mascarar os resultados é que o tamanho das sementes varia entre espécies e entre lotes de sementes da mesma espécie (BOLAND *et al.*, 1980).

Até que ponto a hibridação influência a produção de sementes ? Poucos trabalhos na literatura comparam a produção de sementes de espécies puras e seus híbridos. SHELBOURNE & DANKS (1963), num estudo de híbridação de *E.grandis* x *E.tereticornis,* concluiram que este cruzamento produzia pelo menos tantas sementes quanto o cruzamento *E.grandis* x *E.grandis.*

DRAKE (1975) relata que híbridos de *E.melanophloia* x *E.crebra* produzem tanta semente quanto as espécies parentais. Enquanto o híbrido *E.crebra* x *E. populnea* se mostra intermediário entre as espécies parentais.

## 4.2. Avaliação das matrizes

### 4.2.1. Análise univariada

Na **Tabela 5** são apresentados os valores médios das 12 características morfológicas avaliadas nas 48 árvores matrizes dos tipos saligna, híbrido e botryoides. A análise da variância univariada, de cada uma das características, demonstra a presença de diferenças significativas na grande maioria dos carateres estudados. Apenas, NFR, PFR, CFO e FFO não apresentaram diferenças significativas.

O teste de comparação de médias (teste de Tukey) mostra a estreita afinidade do tipo saligna e do tipo híbrido, sendo apenas diferentes na variável NVF. O número de valvas por fruto é uma característica de pouca ou desconhecida importância para a caracterização das espécies. Os tipos saligna e botryoides apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) nas características, NBO, DFR, CFR, NVF, LPI, CPI

**Tabela 5**. Valores médios das 12 características morfológicas, nas 48 matrizes nos tipos saligna, híbrido e botryoides.

| | tipo saligna | | tipo híbrido | | tipo botryoides | | F para tipos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NBO | 9,32 | A | 9,01 | AB | 8,15 | B | 4,11 | * |
| NFR | 8,23 | | 8,26 | | 7,87 | | 0,67 | ns |
| DFR | 5,35 | A | 5,52 | A | 7,64 | B | 114,83 | ** |
| CFR | 8,69 | A | 9,16 | A | 13,50 | B | 38,39 | ** |
| NVF | 3,16 | A | 3,41 | B | 3,41 | B | 5,99 | ** |
| PFR | 25,0 | | 19,53 | | 42,40 | | 2,30 | ns |
| LPI | 3,34 | A | 3,52 | A | 4,31 | B | 20,93 | ** |
| CPI | 10,72 | A | 11,59 | A | 15,35 | B | 18,32 | ** |
| CFO | 174,86 | | 168,48 | | 170,22 | | 0,69 | ns |
| LFO | 25,19 | A | 24,81 | A | 33,53 | B | 23,39 | ** |
| FFO | 1,32 | | 1,49 | | 1,23 | | 1,93 | ns |
| SFR | 4,99 | A | 5,91 | A | 11,80 | B | 6,29 | ** |

ns, não significativo pelo teste F.
*, significativo pelo teste F, $p < 0,05$.
**, significativo pelo teste F, $p < 0,01$.
Médias seguidas pelas mesmas letras (no sentido horizontal) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $p < 0,05$.

NBO, número de botões por umbela; NFR, número de frutos por infrutescência; DFR, diâmetro do fruto; CFR, comprimento do fruto; NVF, número de valvas por fruto; PFR, porcentagem de frutos pedicelados; LPI, largura do pedúnculo da infrutescência; CPI, comprimento do pedúnculo da infrutescência; CFO,

comprimento da lâmina foliar; LFO, largura da lâmina foliar; FFO, forma da lâmina foliar; SFR, sementes por fruto.

LFO e SFR. Esta análise sugere que os tipos saligna e botryoides, definidos no campo baseando-se apenas nas características de casca, revelaram-se também diferentes a nível de outros carateres morfológicos. Os tipos híbrido e botryoides demonstram ser diferentes para os carateres: DFR, CFR, LPI, CPI, LFO e SFR.

Tendo em vista estas considerações, o tipo híbrido não se mostra como intermediário entre os tipos saligna e botryoides, apresentando uma grande afinidade morfológica (botões florais, frutos e folhas) com o tipo saligna.

Na **Tabela 6,** se apresentam os valores dos coeficientes de variação porcentual para as 13 caracterísitcas morfológicas. Pode-se observar um leve aumento deste coeficiente no tipo botryoides para as variáveis CFR e NVF. No caso de FFO, o tipo saligna mostrou um coeficiente maior que os outros dois tipos. O caráter PFR apresentou um coeficiente relativamente alto em função da forma de avaliação (porcentagem de 25 frutos).

**Tabela 6**. Valores do coeficiente de variação porcentual dentro do tipo para as 12 características morfológicas, nas 48 árvores matrizes nos tipos saligna, híbrido e botryoides.

| | tipo saligna | tipo híbrido | tipo botryoides |
|---|---|---|---|
| NBO | 11,29 | 14,22 | 14,31 |
| NFR | 11,49 | 13,68 | 13,09 |
| DFR | 7,16 | 5,11 | 8,87 |
| CFR | 13,47 | 8,36 | 19,51 |
| NVF | 3,79 | 6,43 | 9,42 |
| PFR | 107,01 | 94,11 | 104,55 |
| LPI | 11,28 | 12,06 | 11,58 |
| CPI | 18,16 | 14,69 | 19,53 |
| CFO | 10,68 | 8,16 | 9,18 |
| LFO | 14,44 | 11,08 | 16,05 |
| FFO | 43,97 | 9,79 | 23,58 |
| SFR | 60,99 | 36,97 | 79,90 |

NBO, número de botões por umbela; NFR, número de frutos por infrutescência; DFR, diâmetro do fruto; CFR, comprimento do fruto; NVF, número de valvas por fruto; PFR, porcentagem de frutos pedicelados; LPI, largura do pedúnculo da infrutescência; CPI, comprimento do pedúnculo da infrutescência; CFO, comprimento da lâmina foliar; LFO, largura da lâmina foliar; FFO, forma da lâmina foliar; SFR, sementes por fruto.

O número de sementes por fruto expressou diferenças signicativas para os tipos saligna e híbrido quando comparados com o tipo botryoides. Os valores

de coeficiente de variação porcentual foram mais expressivos, sendo que o tipo híbrido apresentou um valor baixo (36,97%) quando comparado com o tipo saligna (60,99%), e o tipo botryoides mostrou um valor extremamente alto (79,90%). Tal fato reflete a falta de homogeneidade dentro deste último tipo. Esta grande amplitude de variação deveria ser melhor estudada e compreendida.

### 4.2.2. Análise de componentes principais

Na **Tabela 7,** é apresentada a matriz de correlações para as 11 características morfológicas avaliadas nas 48 árvores matrizes. Nota-se que existem variáveis medidas em diferentes órgãos da árvore altamente correlacionadas; assim por exemplo, diâmetro (DFR) e comprimento (DFR) do fruto com largura da lâmina foliar (LFO), 0,7127 e 0,8091, respectivamente; porcentagem de frutos pedicelados (PFR) com largura da lâmina foliar (LFO), 0,5914; e comprimento do pedúnculo da

**Tabela 7**. Estimativa da matriz de correlações para as 11 características avaliadas nas 48 árvores matrizes.

| | NBO | NFR | DFR | CFR | NVF | PFR | PLI | CPI | CFO | LFO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NBO | 1.0000 | | | | | | | | | |
| NFR | 0.8036 | 1.0000 | | | | | | | | |
| DFR | -0.3850 | -0.2040 | 1.0000 | | | | | | | |
| CFR | -0.3641 | -0.1735 | 0.8300 | 1.0000 | | | | | | |
| NVF | -0.1422 | -0.0759 | 0.3551 | 0.2329 | 1.0000 | | | | | |
| PFR | -0.1829 | -0.1153 | 0.2801 | 0.6639 | 0.0283 | 1.0000 | | | | |
| LPI | -0.1714 | -0.0399 | 0.5848 | 0.4303 | 0.0139 | 0.0327 | 1.0000 | | | |
| CPI | -0.1876 | -0.0219 | 0.7346 | 0.8889 | 0.3283 | 0.6999 | 0.2692 | 1.0000 | | |
| CFO | 0.0266 | -0.1124 | 0.0202 | -0.0781 | -0.0103 | -0.0960 | -0.0486 | -0.1697 | 1.0000 | |
| LFO | -0.1926 | -0.1202 | **0.7127** | **0.8091** | 0.2130 | **0.5914** | 0.3683 | **0.7404** | 0.1603 | 1.0000 |
| FFO | 0.1137 | 0.1186 | -0.2116 | -0.3271 | 0.0273 | -0.3335 | -0.0232 | -0.3729 | 0.1247 | -0.3780 |

NBO, número de botões por umbela; NFR, número de frutos por infrutescência; DFR, diâmetro do fruto; CFR, comprimento do fruto; NVF, número de valvas por fruto; PFR, porcentagem de frutos pedicelados; LPI, largura do pedúnculo da infrutescência; CPI, comprimento do pedúnculo da infrutescência; CFO, comprimento da lâmina foliar; LFO, largura da lâmina foliar; FFO, forma da lâmina foliar.

infrutescência (CPI) com largura da lâmina foliar, 0,7404. Estas correlações, relativamente altas, chamam a atenção para o fato que algumas medições poderiam ser redundantes e, portanto, eliminadas em próximas avaliações.

**Tabela 8**. Estimativa dos autovetores e autovalores para as 11 características morfológicas nas 48 árvores matrizes.

| | PRIN1 | PRIN2 | PRIN3 | PRIN4 | PRIN5 | PRIN6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NBO | -0.21334 | 0.62786 | 0.12452 | 0.14741 | 0.01922 | -0.08636 |
| NFR | -0.13709 | 0.67942 | 0.20245 | -0.02144 | 0.00995 | -0.01285 |
| DFR | 0.40889 | -0.04667 | 0.33504 | -0.07044 | -0.04383 | -0.11551 |
| CFR | 0.45349 | 0.07593 | 0.01766 | -0.00508 | -0.03526 | 0.15304 |
| NVF | 0.15294 | -0.05656 | 0.29806 | -0.16593 | 0.80665 | -0.24603 |
| PFR | 0.31729 | 0.17322 | -0.42061 | 0.15841 | 0.05014 | 0.46194 |
| LPI | 0.22106 | -0.01438 | 0.49745 | -0.22406 | -0.54626 | -0.08774 |
| CPI | 0.42500 | 0.22237 | -0.06512 | -0.05093 | 0.15228 | 0.11064 |
| CFO | -0.02626 | -0.16914 | 0.27433 | 0.88310 | 0.02556 | -0.08195 |
| LFO | 0.40898 | 0.11946 | 0.05061 | 0.29199 | -0.03601 | -0.04124 |
| FFO | -0.20314 | -0.10243 | 0.48547 | -0.04765 | 0.14012 | 0.80829 |
| Autovalores | 4.43714 | 1.70145 | 1.28338 | 1.05768 | 1.01533 | 0.71361 |
| % da variância | 0.40340 | 0.15468 | 0.11667 | 0.09615 | 0.09230 | 0.06487 |
| % variância acumulada | 0.40340 | 0.55808 | 0.67475 | 0.77090 | 0.86320 | 0.92808 |

| | PRIN7 | PRIN8 | PRIN9 | PRIN10 | PRIN11 |
|---|---|---|---|---|---|
| NBO | 0.09409 | -.024140 | 0.64066 | 0.19389 | -0.00722 |
| NFR | -0.11757 | 0.28198 | -0.61703 | 0.02232 | 0.05765 |
| DFR | -0.43755 | 0.08622 | 0.14537 | 0.25569 | 0.64242 |
| CFR | -0.20609 | 0.12072 | -0.00004 | 0.54388 | -0.64087 |
| NVF | 0.36773 | 0.01053 | -0.04636 | 0.08308 | -0.03785 |
| PFR | 0.49406 | 0.17017 | -0.02029 | 0.19181 | 0.37571 |
| LPI | 0.56074 | 0.11192 | 0.04035 | -0.00319 | -0.07600 |
| CPI | -0.19667 | 0.26164 | 0.29991 | -0.71304 | -0.14888 |
| CFO | 0.04736 | 0.31821 | 0.01521 | -0.04343 | -0.05118 |
| LFO | 0.01332 | -0.77735 | -0.30444 | -0.17464 | -0.00413 |
| FFO | -0.09247 | -0.15695 | 0.02614 | -0.05821 | -0.00622 |
| Autovalores | 0.31719 | 0.20107 | 0.15048 | 0.06501 | 0.05739 |
| % da variância | 0.02883 | 0.01828 | 0.01368 | 0.00591 | 0.00522 |
| % variância acumulada | 0.95691 | 0.97519 | 0.98887 | 0.99478 | 1.00000 |

NBO, número de botões por umbela; NFR, número de frutos por infrutescência; DFR, diâmetro do fruto; CFR, comprimento do fruto; NVF, número de valvas por fruto; PFR, porcentagem de frutos pedicelados; LPI, largura do pedúnculo da infrutescência; CPI, comprimento do pedúnculo da infrutescência; CFO, comprimento da lâmina foliar; LFO, largura da lâmina foliar; FFO, forma da lâmina foliar.

A **Tabela 8** traz a variância de cada componente (autovalores), a porcentagem da variância e a porcentagem acumulada da variância dos componentes principais obtidos a partir das 11 características. O primeiro componente (PRIN1) concentrou 40,34% da variância total, o segundo (PRIN2) 15,47%,e o terceiro (PRIN3) 11,68%. A variância acumulada pelos três primeiros componentes foi de 67,48% e pelos seis primeiros componentes foi de 92,81%. Os cinco últimos componentes concentram relativamente pouco da variação; apenas 7,19%.

A eficiência da técnica dos componentes principais, para estudar semelhanças, depende da quantidade de variação acumulada nos primieros componentes. Neste caso, os dois primeiros componentes acumularam apenas

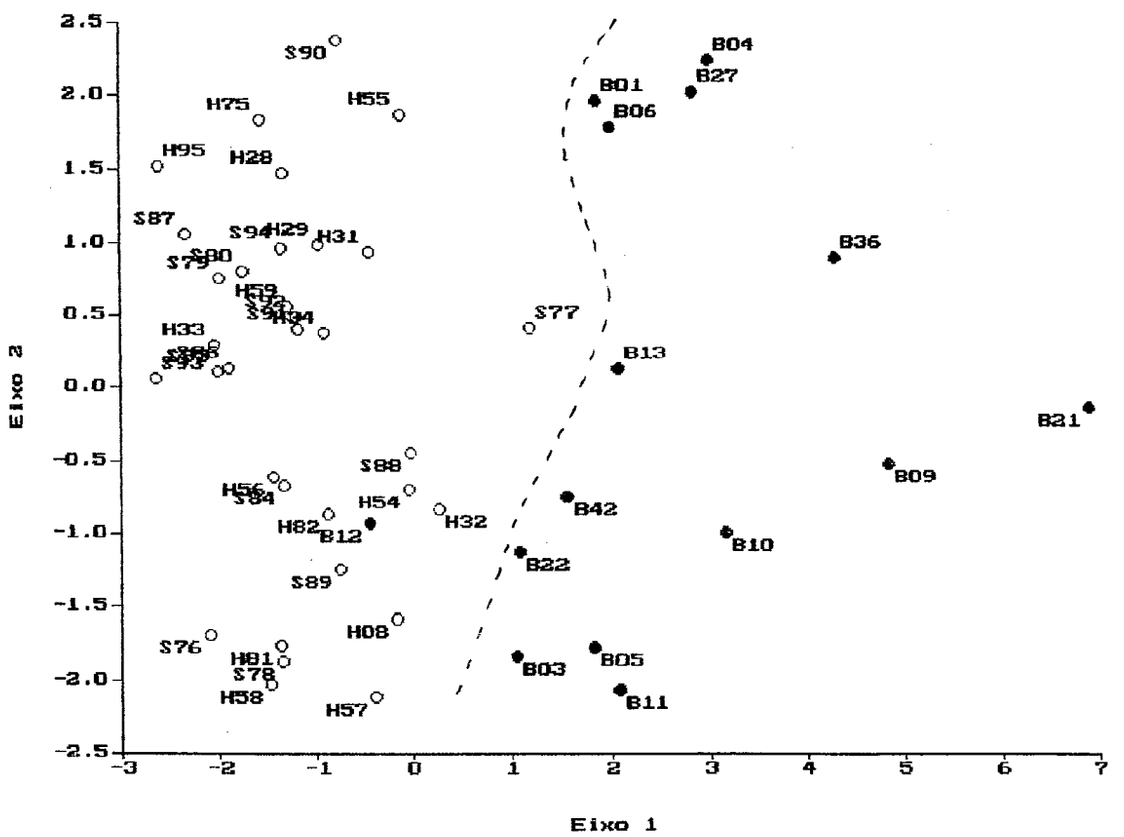



**Figura 5**. Representação bidimensional em relação aos escores do componentes principais I (eixo 1) e II (eixo 2), para as 11 características morfológicas, nas 48 árvores matrizes. A letra precedente ao número da árvore indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

55,81%; então a representação gráfica bidimensional (**Figura 5**) não terá precisão na detecção de pequenas diferenças. Nesta dispersão bidimensional o primeiro componente principal está representado no eixo horizontal e o segundo componente no eixo vertical. Fica clara a separação em dois grupos evidenciada pelo primeiro componente. Um grupo mais disperso de matrizes pertencentes ao tipo botryoides, à direita, e um segundo grupo mais compacto, onde ficam misturadas as matrizes dos tipos saligna e híbridos, à esquerda. Esta separação em grupos pode ser tomada como apenas orientativa devido à distorção gerada pela representação em apenas dois planos cartesianos, onde falta explicar o 44,19% restante da variação.

DRAKE (1980) utilizou a análise de componentes principais para discriminar as espécie puras dos híbridos em *E.populnea*, *E.melanophloia* e *E.crebra*. O autor encontrou que os dois primeiros componentes acumularam 96% da variação, quando foram avaliadas as árvores adultas. Este acúmulo relativamente alto da variação nos dois primeiros componentes provavelmente se deve a que as espécies estudadas são marcadamente diferentes entre si, o que também possibilitou discernir facilmente os grupos.

Neste trabalho, a análise de componentes principais revelou-se pouco promissora como análise de ordenação. As variáveis que mais contribuiram à separação das árvores matrizes no componente principal I foram: CFR (0,45349), DFR (0,40889) e LFO (0,40898), e no componente II, foram: NFR (0,67942), NBO (0.62786) e CPI (0,22237) (**Tabela 8**). Algunas delas apresetaram forte correlação (**Tabela 7**), pelo que a eliminação de variáveis redundantes poderia mostrar-se útil.

#### 4.2.1.1. Eliminação das variáveis redundantes

Neste trabalho a eliminação de variáveis redundantes tem os seguintes objetivos: a) diminuir o tempo operativo das medições, b) concentrar-se apenas naquelas características que contribuam mais à variação e c) conhecer a perda de informação que isto significa através da comparação dos dendrogramas originais (com as 11 variáveis) e o dendrograma com as variáveis selecionadas. Por outro lado, devido ao fato de que a variação ficou dispersa em vários componentes (**Tabela 8**), tentou-se reduzir o espaço multidimensional mediante a redução do número de eixos (ou componentes).

Para o descarte de variáveis mediante a técnica de componentes principais, considerou-se a variável de maior coeficiente no maior autovetor (menor autovalor) num processo de análises sucessivas, repetindo a análise depois de cada descarte. O ponto final do descarte se baseou inicialmente na proposta de JOLLIFFE (1972) de eliminar tantas quantas variáveis existam com autovalores inferiores a 0,70. Para este conjunto de dados, deveriamos reduzir de 11 para 6 variáveis, tendo em vista que os autovalores correspondentes aos componentes 11 a 7 são sucessivamente, em cada novo cálculo, 0,0573, 0,0646, 0,1523, 0,2031 e 0,317. A cada descarte repetiou-se a análise de forma tal que foram eliminadas sucessivamente as seguintes variáveis: DFR (diâmetro do fruto); FFO (forma da lâmina foliar), CFO (comprimento da lâmina foliar), NBO (número de botões por umbela) e LFO (largura da lâmina foliar). A **Tabela 9**, mostra os autovetores e seus correspondentes autovalores originados depois dos descartes. As variáveis que entraram no descarte estão fortemente correlacionadas com outras variáveis que ficaram na análise; parece lógico assumir que o descarte não redundará numa perda importante de informação.

A redução do espaço dimensional de 11 para 6 eixos ajudou à concentração de uma maior porcentagem de variação nos dois primeiros eixos de 74,05% e nos três primeiros eixos de 90,63%, e simplificou sensivelmente a análise pela dimininuição do número de variáveis envolvidas.

**Tabela 9**. Estimativa dos autovetores e autovalores para as 6 características morfológicas, depois do descarte, nas 48 árvores matrizes.

| | PRIN1 | PRIN2 | PRIN3 | PRIN4 | PRIN5 | PRIN6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NFR | -0.1104 | 0.0951 | 0.9756 | 0.0459 | 0.0459 | -0.1498 |
| CFR | 0.4783 | -0.3292 | -0.0081 | 0.4667 | 0.4667 | -0.2696 |
| NVF | 0.5334 | 0.0576 | 0.0096 | 0.1023 | 0.1023 | -0.4879 |
| PFR | 0.3728 | 0.5854 | -0.0353 | -0.5790 | -0.5790 | -0.1829 |
| LPI | 0.2858 | -0.6944 | 0.1581 | -0.6153 | -0.6153 | 0.1735 |
| CPI | 0.5038 | 0.2332 | 0.1477 | 0.2362 | 0.2362 | 0.7767 |
| Autovalores | 3.3142 | 1.1290 | 0.9943 | 0.4153 | 0.0862 | 0.0609 |
| % da variância | 0.5524 | 0.1882 | 0.1657 | 0.0692 | 0.0144 | 0.0102 |
| % variância acumulada | 0.5524 | 0.7405 | 0.9063 | 0.9755 | 0.9898 | 1.00000 |

NFR, número de frutos por infrutescência; CFR, comprimento do fruto; NVF, número de valvas por fruto; PFR, porcentagem de frutos pedicelados; LPI, largura do pedúnculo da infrutescência; CPI, comprimento do pedúnculo da infrutescência.

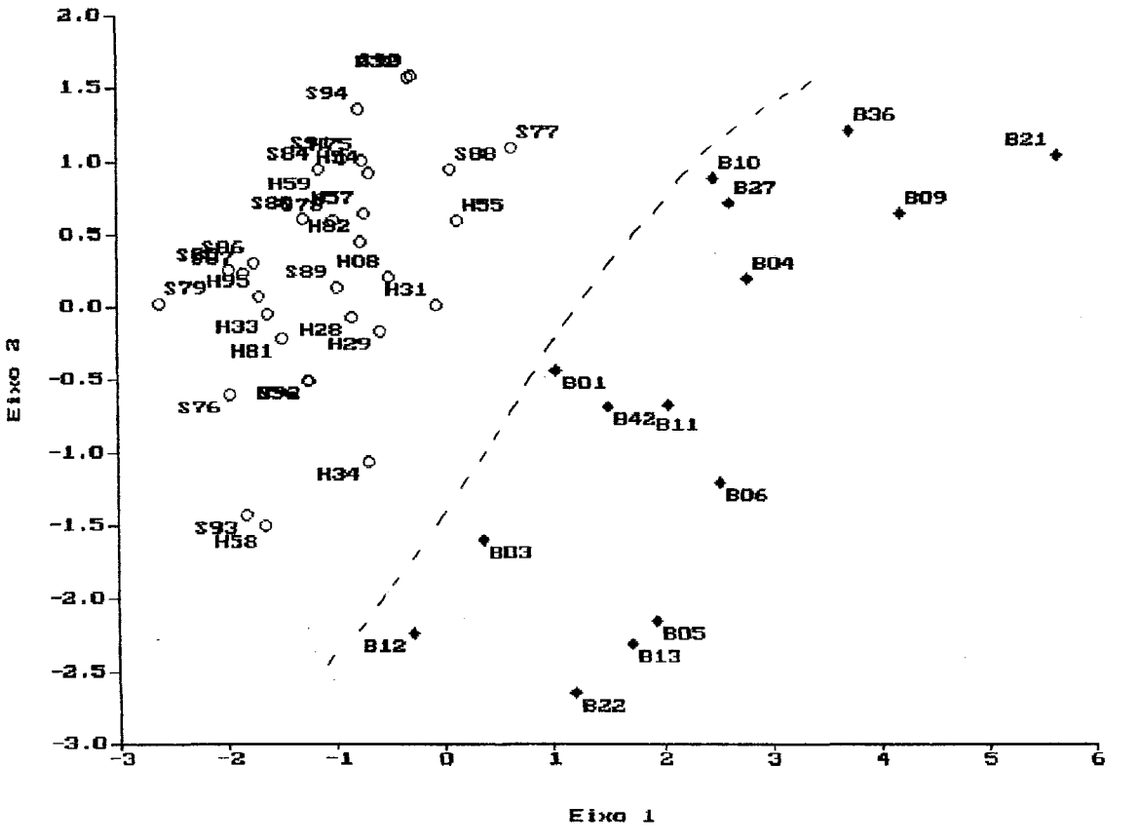



**Figura 6**. Representação bidimensional em relação aos escores do componente principal I (eixo 1) e II (eixo 2), para as 6 características morfológicas depois do descarte, nas 48 árvores matrizes. A letra precedente ao número da árvore indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

O gráfico bidimensional construidos a partir das 6 variáveis ordenou as árvores matrizes de forma coerente. Agrupou num conjunto homogêneo, à esquerda, as matrizes de tipo saligna e híbrido; num conjunto heterogêneo, à direita, as árvores de tipo botryoides (**Figura 6**). Nesta análise as variáveis que mais discriminaram os tipos, foram: no componente principal I, NVF (0,5334) e CPI (0,5038) no componente principal II, LPI (-0,6944) e PFR (0,5854) (**Tabela 9**).

### 4.2.3. Análise de agrupamento

Dentre os métodos de agrupamento hierárquicos, neste trabalho, apenas abordaram-se algumas das técnicas aglomerativas, que operam mediante uma sucessiva fusão dos objetos, para formar os grupos. A matriz de distâncias é representada gráficamente mediante um dendrograma onde, na escala vertical, à esquerda, é indicado o nível de similaridade e no eixo horizontal são marcados os indivíduos numa ordem conveniente, as linhas verticais partindo dos objetos (indivíduos) têm uma altura correspondente ao nível em que os objetos são considerados semelhantes.

Neste trabalho, os dados foram explorados mediante quatro técnicas: ligação simples,

Compararam-se os dendrogramas obtidos com as 11 características morfológicas, com os dendrogramas construidos a partir das 6 características selecionadas pela análise de componentes principais. Observaram-se poucas diferenças entre os primeiros e os segundos, o que indicaria que existe pouca perda de informação ao eliminar 5 variáveis. As diferenças foram apenas evidentes dentro dos pequenos grupos; enquanto os grandes grupos se mantiveram constantes.

A comparação dos dendrogramas construidos a partir das 6 características ou a partir dos componentes principais não provocaram grandes modificações nos agrupamentos. Tento em vista este fato, e objetivando a simplificação na metodologia continuaram-se as análises com as 6 características morfológicas.

Na **Figura 7,** observa-se o dendrograma elaborado pelo método de ligação mínima mediante a distância euclidiana média e as 6 variáveis. Neste método o critério utilizado para ligar dois grupos é a distância mínima (ou semelhança máxima) entre qualquer par de objetos, um de cada um dos dois grupos. Este critério geralmente resulta em grupos extemos, frequentemente formando uma cadeia. Esta cadeia ou escada é caracterizada pelos objetos ligando-se um a um, sem a formação de grupos nítidos.

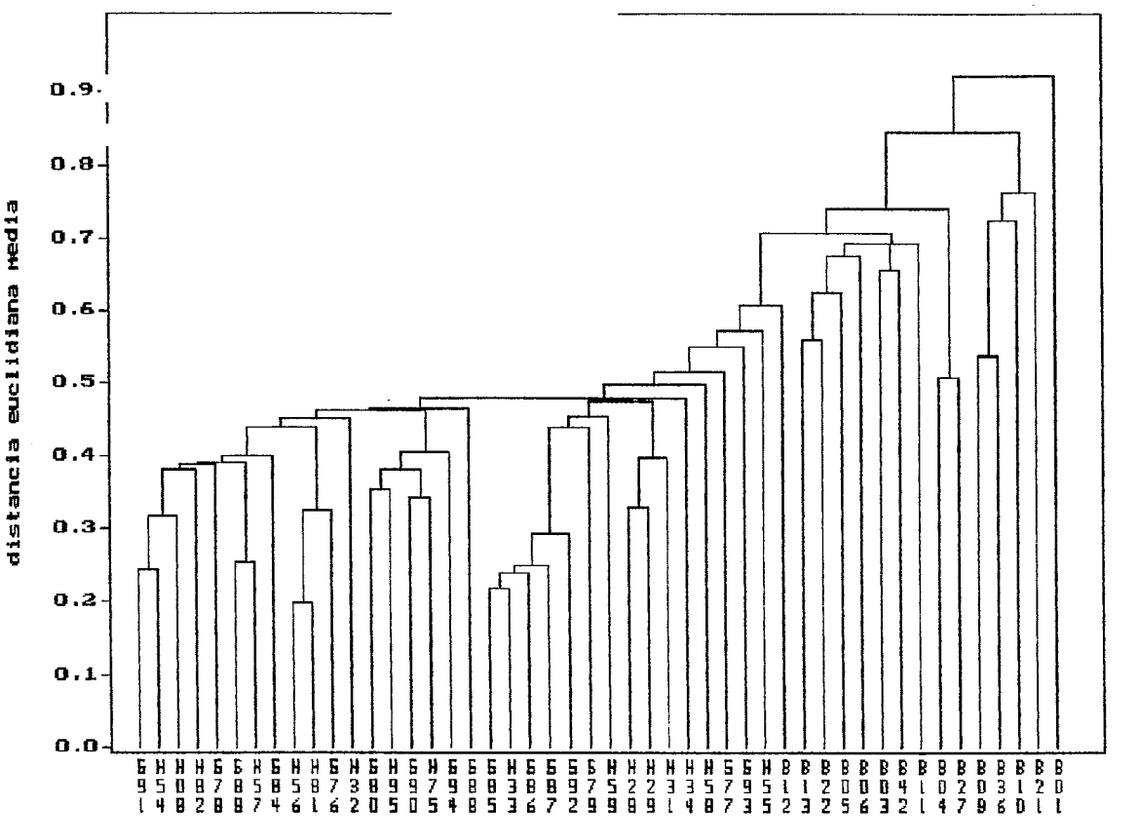



**Figura 7.** Dendrograma elaborado pelo método de ligação mínima a partir da distância euclidiana média para as 6 características, nas 48 árvores matrizes. Coeficiente de correlação co-fenética, 0,76. A letra precedente ao número da árvore indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

Esta representação gráfica sugere que as variáveis analisadas apresentam uma distribuição contínua. Neste caso o coeficiente de correlação co-fenética foi de 0,76, sugirindo que a classificação pode ser considerar satisfatória. EVERITT (1980) considera que valores inferiores a 0,70 indicariam uma má classificação; porém este umbral deve ser tomado com cautela.

Na **Figura 8,** está representado o dendrograma elaborado pelo método de ligação completa, a partir da distância euclidiana média e as 6 variáveis. Aqui a semelhança entre dois grupos é definida pelos objetos de cada grupo que

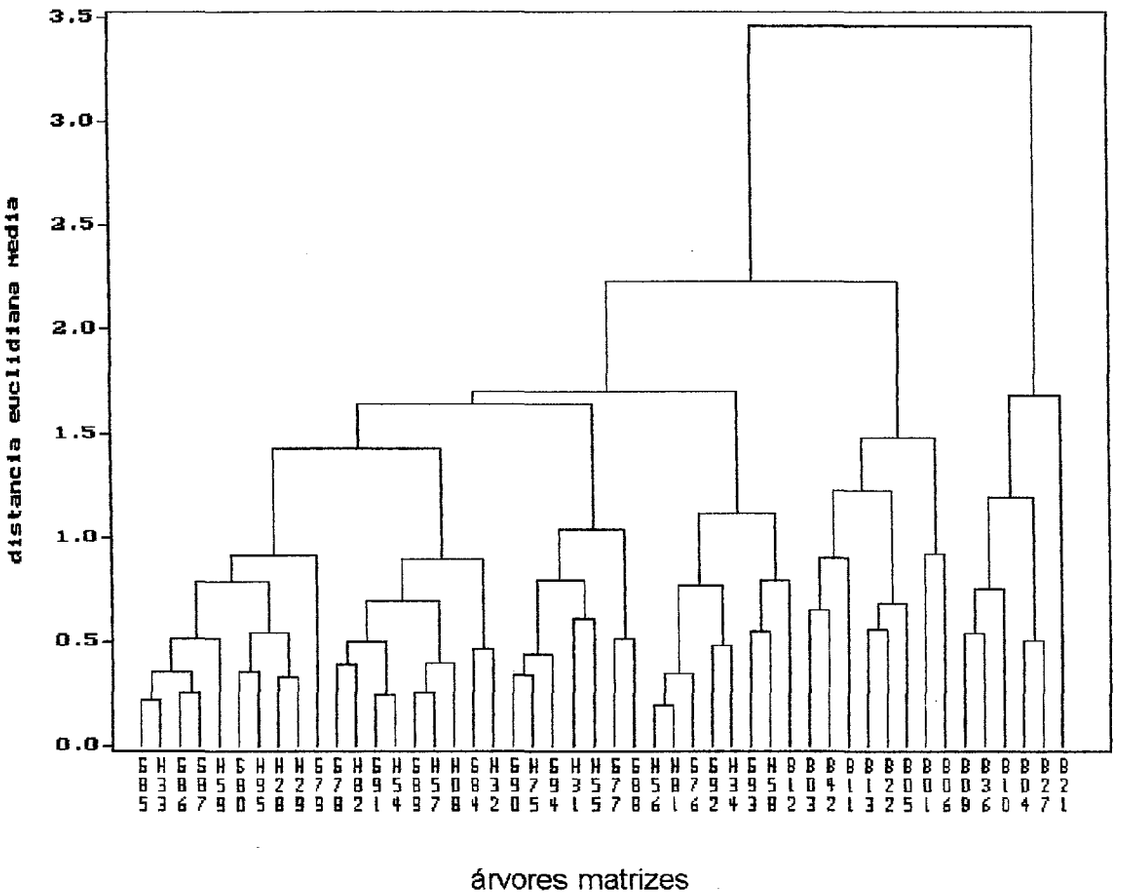



**Figura 8.** Dendrograma elaborado pelo método de ligação completa a partir da distância euclidiana média para as 6 características, nas 48 árvores matrizes. Coeficiente de correlação co-fenética, 0,79. A letra precedente ao número da árvore indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

menos se parecem. Ou seja, formam-se todos os pares com um membro de cada grupo, a distância entre grupos é definida pelo par que menos se assemelha. A ligação completa baseia-se num conceito exatamente contrário à ligação simples. Nesta representação observa-se que o dendrograma discrimimou as 48 árvores matrizes em dois grandes grupos: Algumas matrizes do tipo botryoides (B21, B27, B04, B10, B36 e B09) ficaram discriminadas num grupo pequeno, no extremo direito do dendrograma; enquanto o grupo maior, à esquerda, foi dividido em dois subgrupos, o primeiro constituido pelas matrizes do tipo botryoides (B06, B01, B05, B22, B13, B11, B42 e B03) e o segundo grupo onde ficaram juntas e misturadas as matrizes do tipo saligna e

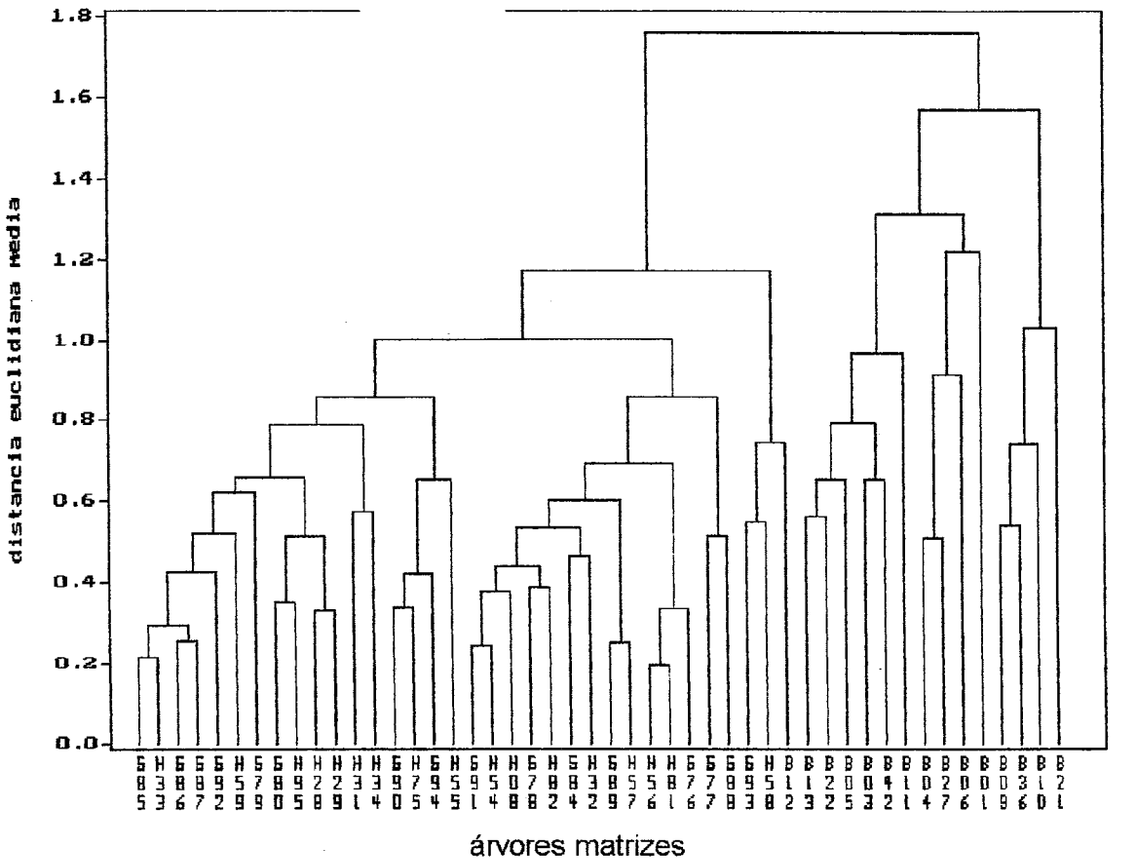



**Figura 9.** Dendrograma elaborado pelo método de ligação média de grupo (UPGMA) a partir da distância euclidiana média, para as 6 características, nas 48 árvores matrizes. Coeficiente de correlação co-fenética, 0,79. A letra precedente ao número da árvore indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

e híbrido. A exceção é a matriz B12 (tipo botryoides) que ficou dentro do subgrupo pertencente aos outros tipos. Neste caso, o coeficiente de correlação co-fenética teve um valor maior (0,79), comparado com o método anterior, o que indicaria uma melhoria na representação gráfica. Continuando com a exploração do mesmo grupo de dados, na **Figura 9** representa-se o agrupamento encontrado quando se aplicou o método média de grupo (UPGMA). Aqui o critério utilizado para a ligação dos grupos é a média da distância ou semelhança de todos os pares de objetos com um em cada grupo. A tendência é para a formação de grupos compactos e poder-se-ia considerar como um método intermediário entre a ligação mínima e a ligação completa.

As distâncias às quais unem-se as matrizes do tipo botryoides são maiores que as distâncias às quais unem-se as matrizes do tipo saligna e híbrido. Neste dendrograma, o coeficiente de correlação co-fenética revelou um ajuste semelhante (0,79) ao método de ligação completa.

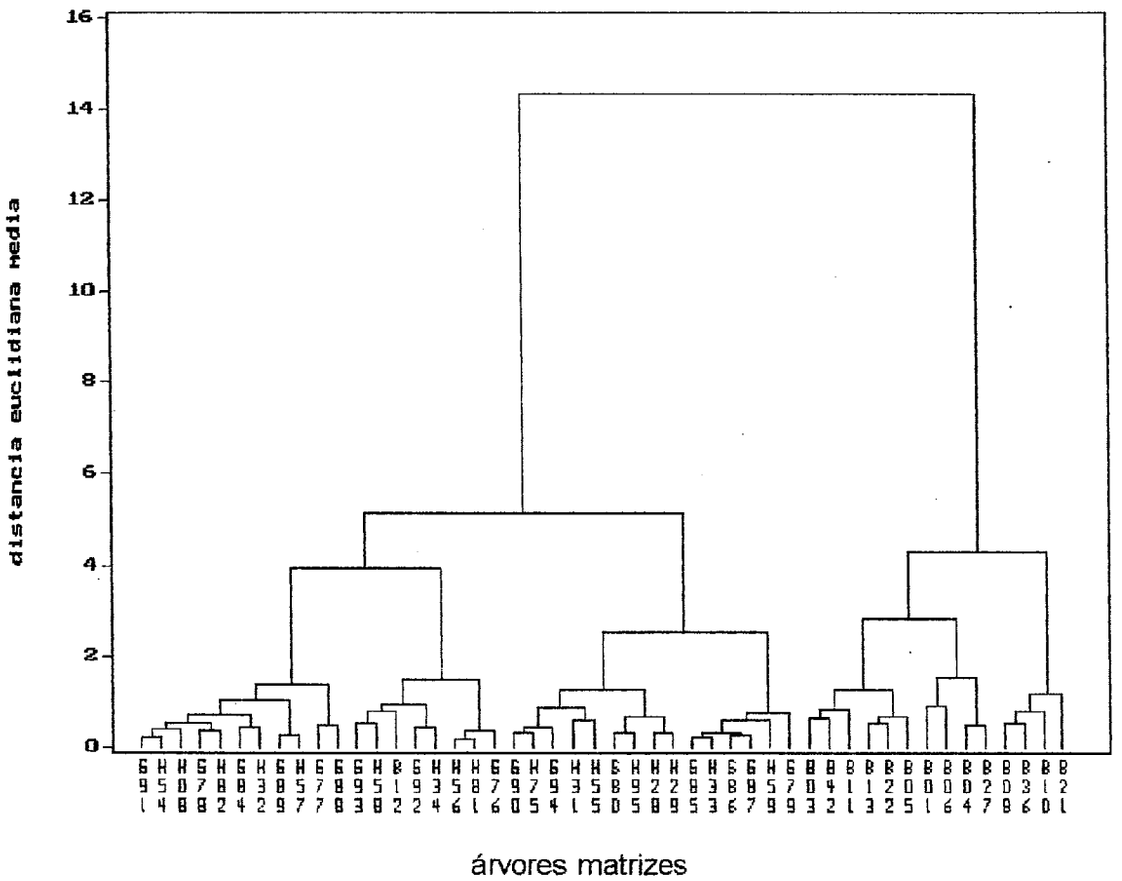



**Figura 10.** Dendrograma elaborado pelo método de Ward mediante a distância euclidiana média para as 6 variáveis, nas 48 árvores matrizes. Coeficiente de correlação co-fenética, 0,73. A letra precedente ao número da árvore indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

O quarto método empregado, o método de Ward ou método da variância mínima, é representado na **Figura 10**. Nesta técnica as sucessivas ligações são realizada entre o par de grupos que ofereça o menor aumento desta soma. O método tende a produzir grupos compactos. Apesar de que, desde o ponto de vista teórico, o método deveria utilizar apenas a distância euclidiana quadrática. A construção do dendrograma com esta distância e a distância euclidiana média não

provocou diferenças no agrupamento. Portanto, optou-se pelo emprego da mesma distância utilizada nos três métodos anteriores.

Nestes dois últimos métodos (ligação média de grupo e método de Ward), ficaram discriminadas nitidamente os tipos botryoides do tipo saligna e híbrido, enquanto as matrizes destes dois tipos permaneceram misturadas. Apenas a matriz N° 12 ficou dentro do grande grupo saligna/híbrido. Cabe salientar que o nível de fusão para o grupo botryoides é maior que para os grupo saligna/híbrido (**Figura 9**). Isto sugeriria, do mesmo modo que a análise de componentes principais, a heterogeneidade dentro deste tipo.

Os outros métodos empregados (ligação mínima e ligação completa), separaram o tipo botryoides em dois grupos; de forma que algumas matrizes, as de frutos menores, ficaram dentro do grande grupo dos tipos saligna e híbrido.

O emprego dos quatro métodos teve por objetivo compará-los visando a exploração da estrutura interna dos dados. A concordância entre os métodos na formação dos grandes grupos indicaria a existência de uma estrutura de agrupamento consistente. A classificação fenotípica feita apenas pela casca é refletida quando se consideram 6 carcaterísticas de folhas e frutos, como um conjunto. O tipo botryoides se apresenta como um conjunto de matrizes heterogêneo e os tipos saligna e híbrido não formaram grupos, indicando que do ponto de vista dos caracteres analisados não haveria justificativa para a separação em dois tipos diferentes.

A classificação fenotípica visual inicialmente proposta foi baseada principalmente nos carateres de casca e porte da árvore, e resultaram em concordância com as técnicas multivariadas empregadas. O tipo originalmente chamado de tipo híbrido, que incluia as árvores com presença de casca desde 10% até 60% do tronco, possivelmente seja apenas uma variação do tipo saligna, e poder-se-ia aceitar como uma variação da espécie, desde que os frutos apresentam um padrão mais concordante com esta espécie. As matrizes B08 e B28 (tipo híbrido), apresenta frutos quase tão grandes quanto a matriz B12 (tipo botryoides) o que sugere a existência de uma variação contínua nesta característica morfológica. Cabe salientar que na escolha das características morfológicas avaliadas, teve-se em consideração dois critérios: o primeiro é a relevância do caráter na taxonomia das espécies estudadas: *E.saligna* e *E.botryoides;* e o segundo a capacidade discriminatória das variáveis escolhidas. Carateres que assumem praticamente o mesmo valor para todos os indivíduos são pouco discriminantes, e sua inclusão pouco contribuirá para a

determinação na estrutura do agrupamento. Por outro lado, a inclusão de variáveis com grande poder discriminatório, porém irrelevantes ao problema, podem mascarar os grupos e levar a resultados equivocados.

As observações do estágio de desenvolvimento dos botões florais, no mês de julho, durante a coleta de material no campo, indicam que os tipos saligna e híbridos encontravam-se no mesmo momento fenológico, o que reforça a idéia de que estes dois tipos podem enquadrar-se dentro da espécie *Eucalyptus saligna*. As matrizes B12, B13, tinham também botões florais, mas num estágio fenológico mais avançado que os tipos anteriormente citados. As matrizes B01, B03, B22, B42, B36 e B21, não apresentavam botões florais, o que sugere que estas matrizes ficariam reprodutivamente isoladas dos tipos saligna e híbrido.

No caso do tipo botryoides, encontrou-se uma grande variação nas características morfológicas, evidenciada inicialmente, na análise de componentes principais (**Figura 6**) e reforçada na análise de agrupamento.. Dentro do tipo botryoides existem várias matrizes com carateres não típicos da espécie . Por exemplo, a matriz B21 apresenta frutos de forma semelhante ao *E.longifolia* (BROOKER & KLEINIG, 1983, p. 140) Contudo, se consideramos a macro-região de origem do material (região costeira suleste de New South Wales), e segundo o trabalho de JOHNSTON & MARRYATT (1965, p.105), nesta região foram citados híbridos naturais de *E.botryoides* x *E.longifolia*.

Outras matrizes, por exemplo, a matriz B05, apresenta alguma semelhança pelos frutos com a espécie *E.scias* L.Johnson & K.Hill, previamente classificada como *E.pellita*.

As matrizes que poderiam ser consideradas como típicas de *E.botryoides*, segundo BROOKER & KLEINIG (1983, p.131) são: B01, B03, B06, B10, B11 e B22.

O fato da reunião num conjunto das matrizes do tipo saligna e híbrido tanto na análise de componentes principais quanto na análise de agrupamento, estaria sugerindo duas hipótese: a primeira é que as árvores do tipo híbrido seriam uma variação do tipo saligna diferente apenas pela presença de uma porcentagem variável de casca rugosa; ou a segunda, que existiria uma ausência de dominância nas características morfológicas estudadas. Os indivíduos híbridos não seriam intemediários entre as espécies parentais senão semelhantes ao tipo saligna.

## 4.3. Avaliação das progênies

### 4.3.1. Análise de componentes principais

A estimativa da matriz de correlações para as 7 características avaliadas nas 48 progênies de polinização livre (**Tabela 10**), mostraram que não existem características estreitamente associadas nas progênies. As únicas variáveis que parecem expressar uma débil correlação inversa são ANT (antocianinas) e ALT

**Tabela 10**. Estimativa da matriz de correlações para as 7 características morfológicas avaliadas nas 48 progênies de polinização livre.

| | LIG | DCO | GLA | ANT | LFM | CFM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LIG | 1.0000 | | | | | |
| DCO | 0.2269 | 1.0000 | | | | |
| GLA | -0.1922 | 0.1503 | 1.0000 | | | |
| ANT | 0.3047 | 0.1086 | -0.1057 | 1.0000 | | |
| LFM | 0.0789 | -0.1399 | 0.0077 | 0.3336 | 1.0000 | |
| CFM | 0.1986 | 0.2161 | -0.2134 | 0.2518 | 0.0435 | 1.0000 |
| ALT | -0.4234 | 0.0791 | 0.3374 | **-0.5233** | -0.3238 | -0.4476 |

**Tabela 11.** Estimativas dos autovetores e autovalores para as 7 características morfológicas nas 48 progênies de polinização livre.

| | PRIN1 | PRIN2 | PRIN3 | PRIN4 | PRIN5 | PRIN6 | PRIN7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LIG | -0.39997 | 0.27820 | 0.02125 | -0.69722 | 0.16480 | 0.39797 | 0.30087 |
| DCO | -0.07397 | 0.76000 | -0.24114 | 0.01984 | 0.26998 | -0.42981 | -0.31743 |
| GLA | 0.28056 | 0.17892 | -0.70493 | 0.12880 | -0.23827 | 0.56191 | -0.05694 |
| ANT | -0.46723 | -0.04070 | -0.34458 | -0.01411 | -0.62738 | -0.41796 | 0.30464 |
| LFM | -0.27179 | -0.45580 | -0.52840 | 0.07834 | 0.64146 | -0.11934 | 0.08551 |
| CFM | -0.38997 | 0.28356 | 0.20592 | 0.69881 | 0.12615 | 0.29327 | 0.36723 |
| ALT | 0.55821 | 0.15223 | -0.06427 | -0.04716 | 0.14894 | -0.25729 | 0.75531 |
| Autovalores | 2.37090 | 1.29302 | 1.10442 | 0.79871 | 0.56564 | 0.56000 | 0.30732 |
| % variância | 0.33870 | 0.18472 | 0.15777 | 0.11410 | 0.08081 | 0.08000 | 0.04390 |
| % variância acumulada | 0.33870 | 0.52342 | 0.68119 | 0.79529 | 0.87610 | 0.95610 | 1.00000 |

LIG, Lignotubérculo; DCO, diâmetro a nível do colo na muda; GLA, glaucosidade; ANT, antocianinas; LFM, largura da lâmina foliar na muda; CFM, comprimento da lâmina foliar na muda, ALT, altura total da muda.

altura da muda), R = -0,5233. Isto sugeriria que as progênies menos antociânicas são as que tiveram maior crescimento inicial.

A **Tabela 11** apresenta as estimativas dos autovetores e autovalores para as 7 caracterísitcas morfológicas avaliadas, nas 48 progênies de polinização livre. O primeiro componente (PRIN1) concentrou 33,87% da variácão total, o segundo componente (PRIN2), 18,47% e o terceiro componente (PRIN3), 15,78%. O acúmulo da variação nos dois primeiros componentes foi de apenas 52,34% e nos três primeiros componentes de 68,11%. Isto indica que a eficiência da representação bidimensional

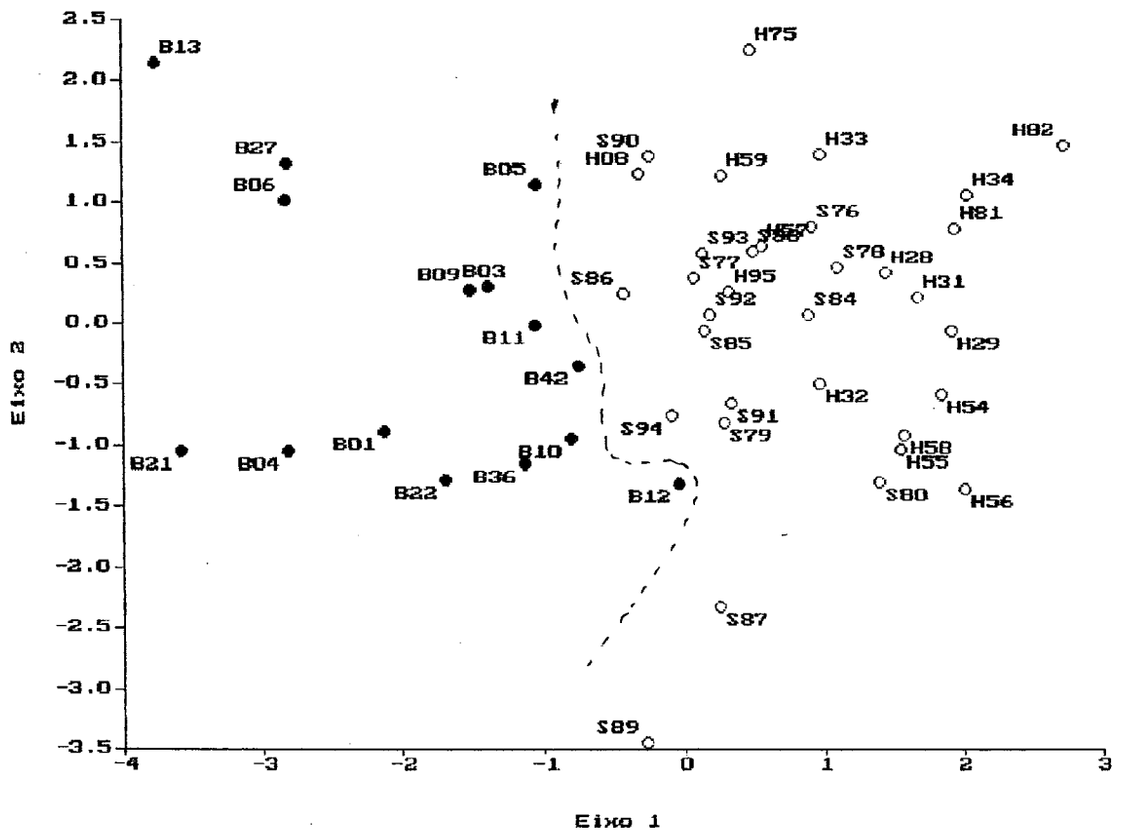



**Figura 11.** Representação bidimensional em relação aos escores dos componentes principais I (eixo 1) e II (eixo 2), para as 7 características morfológicas, nas 48 progênies de polinização livre. A letra precedente ao número da árvore indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

do componente I no eixo horizontal e componente II no eixo vertical (**Figura 11**) é relativamente pobre.

As variáveis que mais contribuiram para a separação das progêneis foram no componente principal I: ALT (-0,5582) e ANT (0,4672) e no componente principal II: DCO (0,7600) e LFM (-0,4558) (**Tabela 11**).

O mesmo pode-se esperar da representação do componente principal I e o componente principal III, onde apenas acumula-se cerca de 49,65% da variação (**Figura 12**).

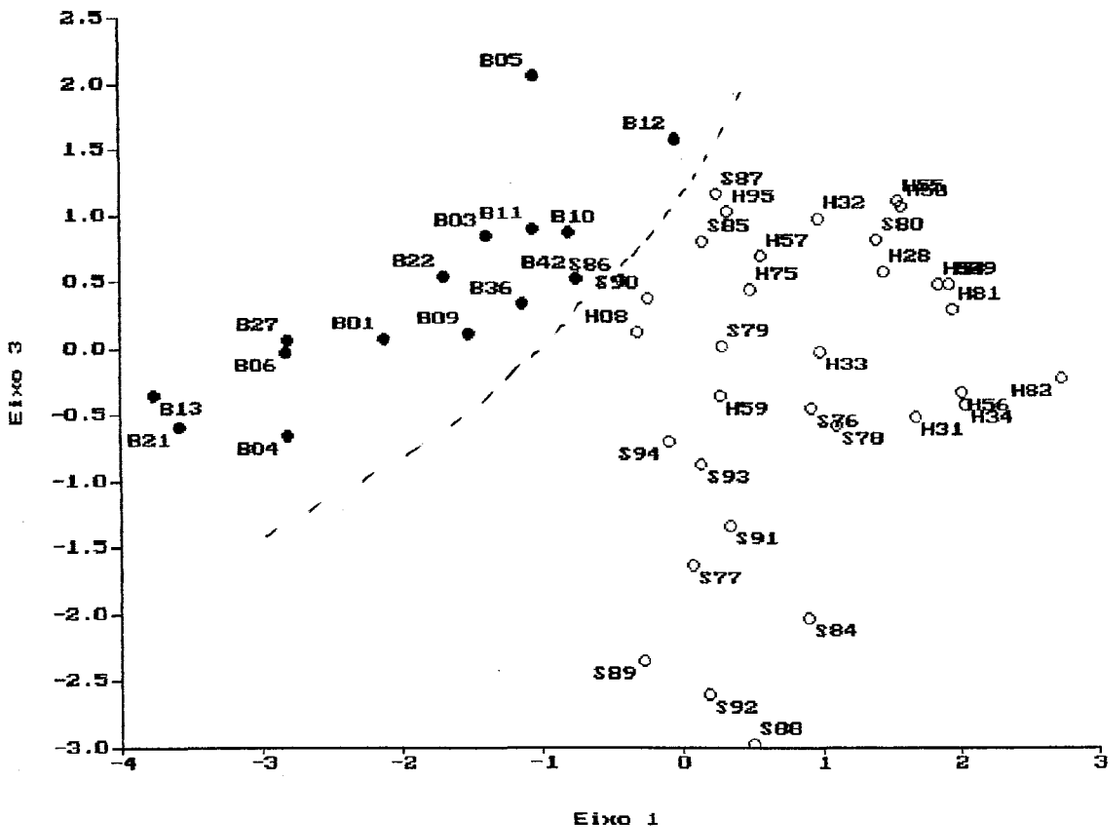



**Figura 12.** Representação bidimensional em relação aos escores dos componentes principais I (eixo 1) e III (eixo 3), para as 7 características morfológicas, nas 48 progênies de polinização livre. A letra precedente ao número da árvore indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

Tanto a **Figura 11** quanto a **Figura 12** expressam a representação bidimensional dos escores das 48 progênies de polinização livre. Esta ordenação reuniu as progênies de tipo botryoides num conjunto, à esquerda, e as progênies do tipo saligna e tipo híbrido, à direita. A pouca porcentagem de variação acumulada nos 3 primeiros eixos da representação, estariam inicando uma débil estrutura de ordenação nos dados. Assim a porcentagem de variação explicada a partir do segundo componente principal pode ser considerada aleatória. A proporção de variância

aleatória nos eixos situar-se-ia na ordem de 17,28%, valor semelhante à variância acumulada no componente II = 18,47% (**Tabela 11**).

### 4.3.2. Análise de agrupamento

Tendo-se em vistas todas as considerações anteriores, tentou-se estudar os dados mediante as análises de agrupamentos. Na **Figura 13** apresenta-se o dendrograma gerado pelo método de ligação mínima. Neste caso o valor obtido para o coeficiente de correlação co-fenética foi de 0,62, valor baixo que está indicando a existência de problemas na representação dos grupos pelo dendrograma.

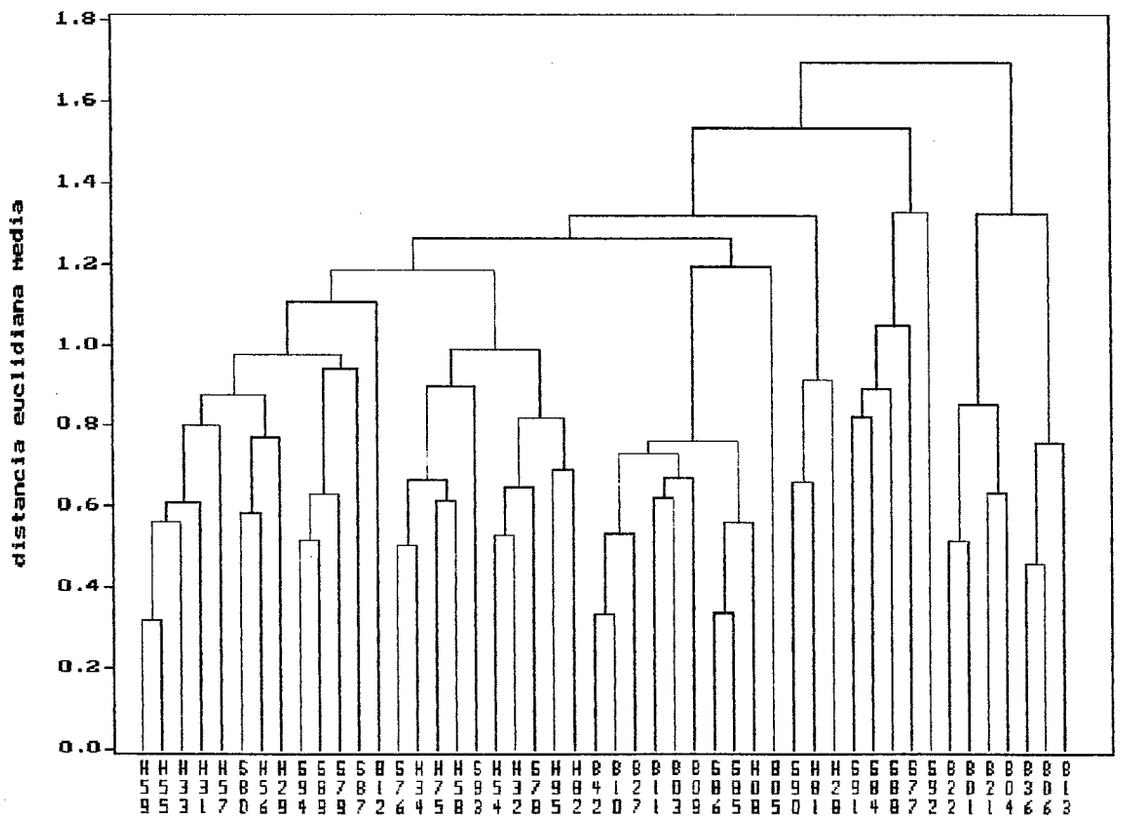



**Figura 13**. Dendrograma elaborado pelo método de ligação mínima a partir da distância euclidiana média para as 7 características, nas 48 progênies de polinização livre. Coeficiente de correlação co-fenética, 0,62. A letra precedente ao número da progênie indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

O próximo método de agrupamento apresentado, ligação completa (**Figura 14**), melhora este coeficiente para um valor de 0,71 e no método de média de grupos (**Figura 15**), atinge um valor de 0,75. A estrutura geral de ambos métodos são concordantes em agrupar as progênies B04, B21, B13, B06 e B36, num conjunto isolado. As restantes progênies das matrizes tipo botryoides N° B05, B12, B01, B22, B27, B03, B09, B10, B42 e B11, ficam misturadas com as progênies pertencentes aos tipos saligna e híbrido. Entretanto as progênies destes dois tipos não formam grupos definidos, da mesma forma que aconteceu no caso das matrizes. O método de Ward (**Figura 16**) que procura minimizar a variância dentro dos grupos, deu o coeficiente de correlação co-fenética mais baixo, 0,45.

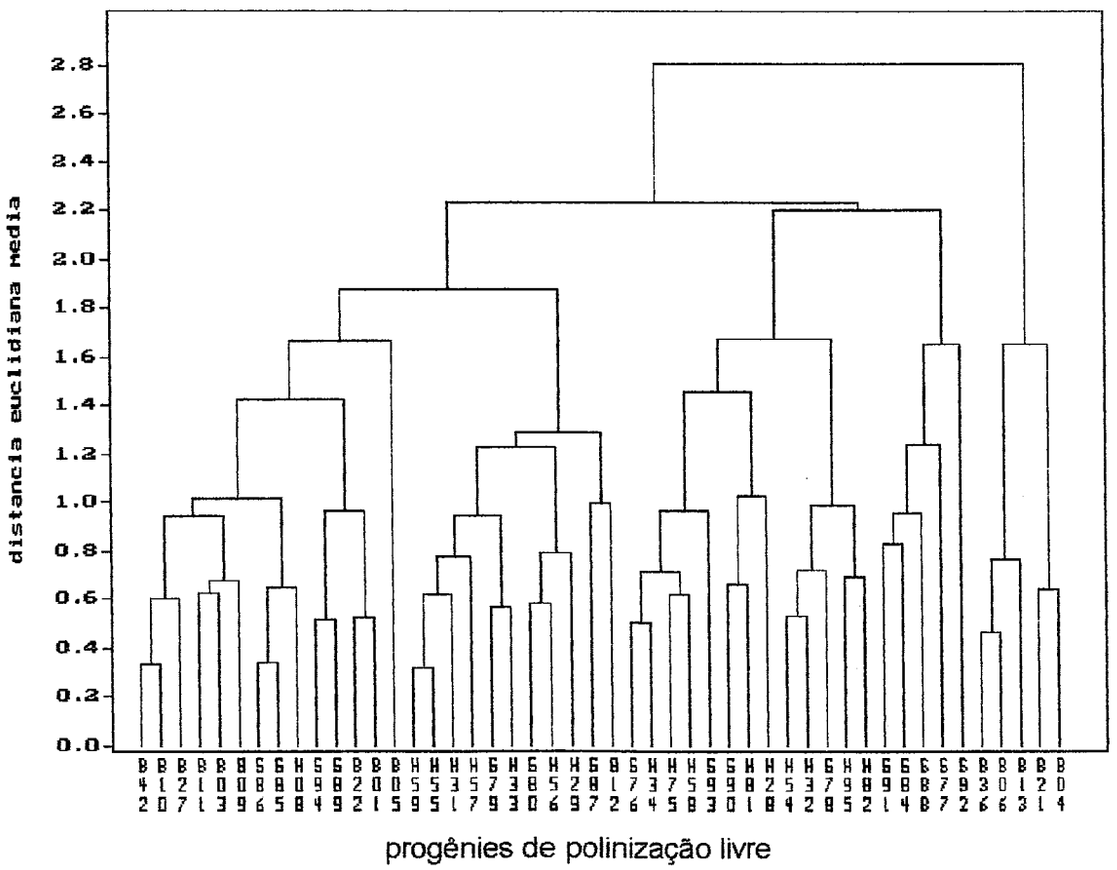
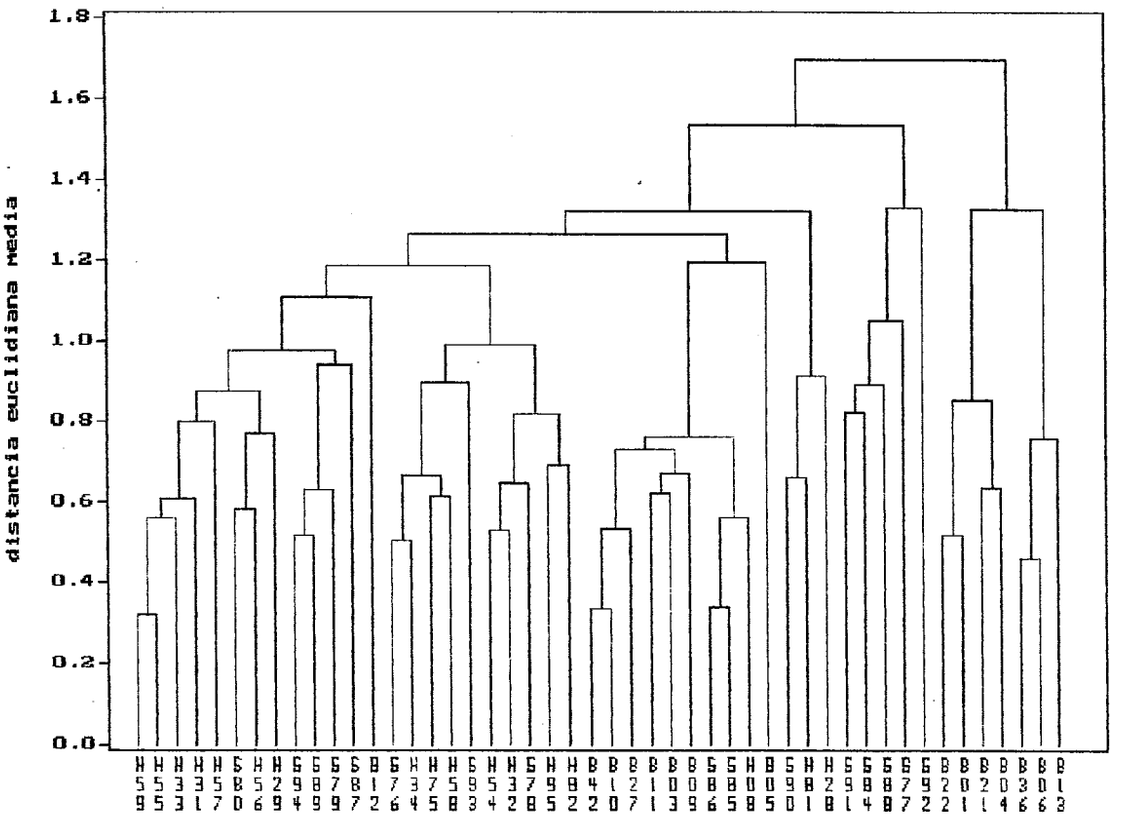



**Figura 14**. Dendrograma elaborado pelo método de ligação completa a partir da distância euclidiana média para as 7 características, nas 48 progênies de polinização livre. Coeficiente de correlação co-fenética, 0,71. A letra precedente ao número da progênie indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

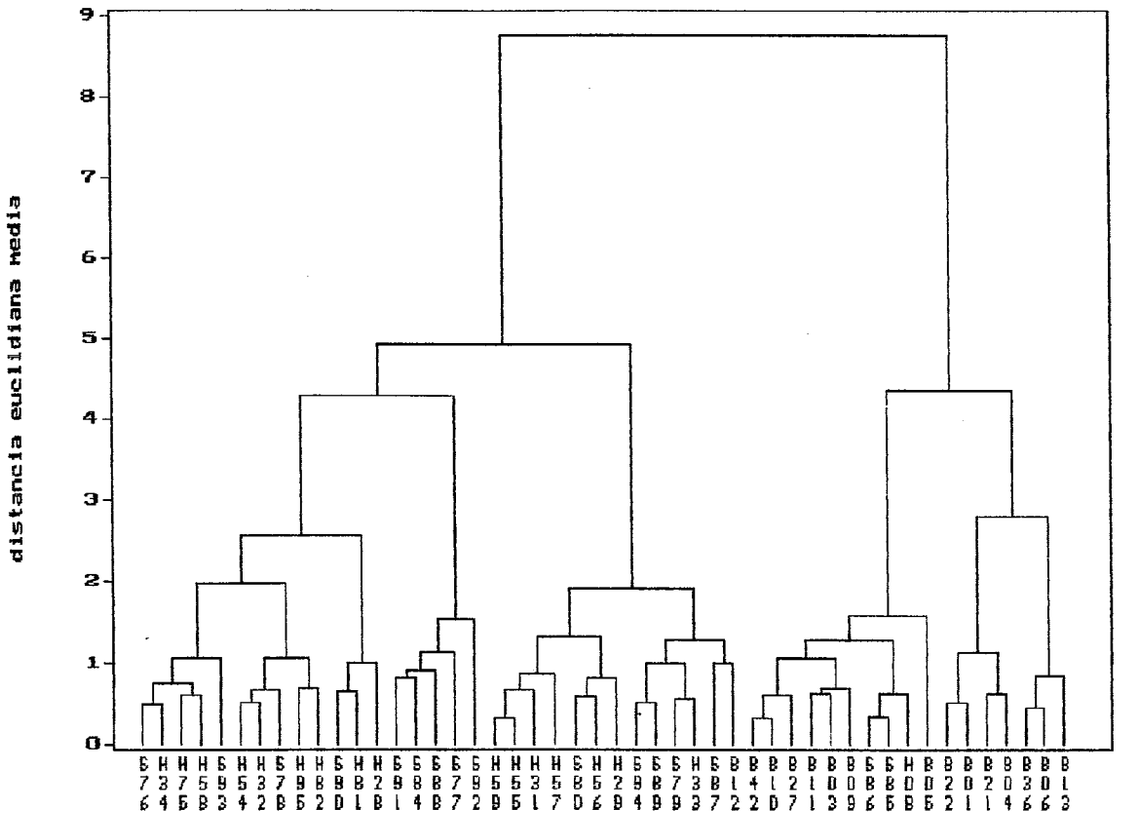



progênies de polinização livre

**Figura 15**. Dendrograma elaborado pelo método média de grupos (UPGMA) partir da distância euclidiana média para as 7 características, nas 48 progênies de polinização libre. Coeficiente de correlação co-fenética, 0,75. A letra precedente ao número da progênie indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

A análise de componentes principais não foi eficiente para ordenar este conjunto de progênies. Também os agrupamentos aglomerativos hierárquicos, foram pouco apropriados para captar a estrutura internas dos agrupamentos. Uma causa que justificaria a débil estrutura dos agrupamentos, poderia ser que a idade em que foi realizada a avaliação morfológica não seja a mais apropriada para captar as diferenças morfológicas entre as progênies de polinização livre. Segundo CANGIANI (1990), progênies que não se detectaram como híbridas aos 3 meses de idade começaram a expresar-seu caráter híbrido aos 6 meses de idade. Outras causas que mascarariam os resultados poderiam ser que as variáveis escolhidas para discriminar

os grupos não foram as mais apropriadas; ou, finalmente, o conjunto de progênies não possuem uma estrutura de agrupamento própria.




progênies de polinização livre

**Figura 16**. Dendrograma elaborado pelo método de Ward partir da distância euclidiana média para as 7 características, nas 48 progênies de polinização livre. Coeficiente de correlação co-fenética, 0,45. A letra precedente ao número da progênie indica o tipo, S: tipo saligna; H: tipo híbrido. B: tipo botryoides.

Cabe salientar que a maioria dos trabalhos encontrados na literatura, estudam básicamente híbridos $F_1$ de espécies contrastantes. Nestes casos tanto a análise de componentes principais quanto as técnicas de agrupamento são bem sucedidas na definição dos grupos.

A população de *Eucalyptus saligna* de Itatinga, pode ser considerada uma geração híbrida onde a espécie predomimante é *Eucalyptus saligna*, a segunda espécie em predomínio é *Eucalyptus botryoides* e, algumas matrizes, indicam

híbridações com *Eucalyptus pellita* (frutos da matriz B05) ou com *Eucalyptus longifolia* (frutos da matriz B21).

Por sua vez, as progênies de polinização livre estudadas podem ser consideradas uma geração híbrida onde alguns indivíduos das progênies refletem uma certa semelhança com outras espécies diferentes de *E.saligna* e *E.botryoides*. Assim, por exemplo algumas mudas das progênies das matrizes B06, B09 possuem folhas que assemelham-se ao *Eucalyptus tereticornis*. Por sua vez, as matrizes B03, B13 e B42, possuem glaucosidade nas folhas, característica não típica de *E.botryoides*.

Comparando o dendrograma das 48 árvores matrizes com os dendrogramas de suas progênies de polinização livre, se observa pouca concordância nos agrupamentos. Isto é devido, provavelmente, à existência de cruzamento entre indivíduos dos tipos saligna e híbrido com o tipo botryoides, que origina segregação nas progênies.

## 5. CONCLUSÕES

A relação entre a porcentagem de aproveitamento das mudas e o número de sementes por quilograma mostrou que o aumento no número de sementes por quilograma produz uma maior porcentagem de aproveitamento das mudas, com valores máximos de 98% para 1.200.000 sementes por quilograma no tipo saligna; 82% para 1.300.000 sementes por quilograma no tipo híbrido; e 64% para 1.300.000 sementes por quilograma, no tipo botryoides. Por sua vez, a porcentagem de falhas na germinação mostrou-se inversamente relacionada com o número de sementes viáveis por quilograma, observando-se valores extremos de 80% de falhas quando a matriz apresentava menos de 100.000 sementes viáveis por quilograma, com comportamento semelhante nos três tipos.

A relação entre a porcentagem de aproveitamento das mudas e o tamanho das sementes, avaliadas através da porcentagem de sementes maiores a 1,016 mm, demonstrou uma associação positiva. As matrizes com 80% de sementes maiores a 1,1016 mm apresentavam mais de 20% de falhas nos tipos híbrido e botryoides; enquanto as matrizes com 60% de sementes maiores do que 1,016 mm atingiram mais de 20% de falhas no tipo saligna.

Não conseguiu-se estabelecer um modelo estatístico apropriado para relacionar a porcentagem de aproveitamneto das mudas com o número de sementes por fruto. Contudo, observaram-se algumas diferenças. Os tipos saligna e híbrido tiveram um comportamento semelhante variando entre 0,99 a 10,15 e 2,24 a 8,93 sementes por fruto, respectivamente. O tipo botryoides, apresentou uma maior variação, entre 1,63 e 33,77 sementes por fruto. A análise sugere que existe uma tendência para matrizes, com alto número de sementes por fruto, produzirem uma maior porcentagem de aproveitamento das mudas.

O estudo das caracterísitcas morfológicas, avaliadas nas matrizes mediante a análise de componentes principais, permitiu reduzir o número de variáveis de 11 para 6, com uma mínima perda de informação. Isto refletiu-se na semelhança

dos dendrogramas construidos com as 11 características e os construidos com 6 características. As variáveis morfológicas que foram consideradas como mais relevantes na formação dos grupos foram: Número de frutos por infrutescência (NFR), diâmetro do fruto (DFR), comprimento do fruto (CFR), número de valvas por fruto (NVF), porcentagem de frutos pedicelados (PFR), largura do pedúnculo da infrutesência (LPI) e comprimento do pedúnculo da infrutescência (CPI). As variáveis descartadas estavam fortemente correlacionadas com as variáveis anteriormente citadas, o que justificaria o descarte por redundância. Esta técnica se revelou pouco promissória para ordenar o grupo de matrizes num espaço bidimensional apenas pelas características de folhas e frutos

Os dendrogramas das 48 matrizes confirmaram os agrupamento realizados mediante a classificação fenotípica visual no campo feita pela porcentagem de casca. O tipo saligna pode ser considerado como representativo da espécie *E.saligna*. Contudo, o tipo chamado de híbrido, pareceria ser mais uma variação da espécie *E.saligna* diferente daquela, apenas pela presença de casca no tronco. No tipo botryoides foram observaram-se várias matrizes com morfologia intermediária com outras espécies além de *E.botryoides*.

A técnica de componentes principais foi pobre como única metodologia para ordenar as progênies de polinização livre na fase de muda. A estimativa da matriz de correlações gerada nesta análise revelou que, das 7 caracterísitcas avaliadas nas mudas, não exitia correlaciones estreitas entre as características. Apenas, a relação altura da muda com presença de antocianinas apresentou uma associação média (R=-0,52).

Os dendrogramas das 48 árvores matrizes agruparam as árvores tipo saligna e tipo híbrido num conjunto e as do tipo botryoides num outro conjunto. As progênies de polinização livre apresentaram os três tipo misturados entre todos os grupos. Por sua vez, os dendrogramas das 48 progênies de polinização livre, expressaram uma associação pouco estreita com os dendrogramas de suas matrizes. Isto sugere que as matrizes dos tipos saligna e híbrido estão cruzando-se com as matrizes do tipo botryoides gerando uma população híbrida, segregante, com vários indivíduos intermediários.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ANDERSON, E. Introgressive Hybridization. New York, Hafner Publishing Company. 1968. 109p.

ASHTON, D.H. & SANDIFORD, E.M. Natural hybridization between *Eucalyptus regnans* F. Muell. and *E. macrorhyncha* F.Muell. in the Cathedral Range, Victoria. Australian Journal of Botany, Melbourne, **36** (1): 1-22, 1988.

ASHTON, D.H. Studies of flowering behaviour in *Eucalyptus regnans* F.Muell.. Australian Journal of Botany, Melbourne, **23**: 399-411. 1975.

BARBER, H.N. Adaptative gene substitution in Tasmanian *Eucalyptus*. I. Gene controlling the development of glaucousness. Evolution, London, 9: 1-14. 1955.

BEADLE, N.C.W. Some aspects of the ecology and physiology of australian xeromorphic plants. Australian Journal of Science, Sydney, **30:** 348-55. 1968 .

BEADLE, N.C.W. The vegetation of Australia. Cambridge. Cambridge University Press. 1981. 102p.

BLAKELY, W.F. A Key to the Eucalypts. Canberra. Forestry & Timber Bureau. 3rd. ed. 1965. 359p.

BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; TURNBULL, J.W. *Eucalyptus* seed. Sidney, CSIRO. 1980. 191 p.

BRIGATTI, R.A. Relatório anual referente à bolsa de estudos oferecida pela Champion Papel & Celulose S.A. no setor de melhoramento florestal. Piracicaba. Depto de Ciências Florestais. ESALQ/USP. 59.pp 1981.

BRIGATTI, R.A.; FERREIRA, M.; SILVA, A.P.; FREITAS, M. Polinização controlada em *Eucalyptus urophylla* - Um programa da Champion Papel e Celulose S.A. Silvicultura, São Paulo, **8** (28):213-5, 1983a.

BRIGATTI, R.A.; FERREIRA, M.; SILVA, A.P.; FREITAS, M. Estudos comparativos do comportamento de alguns híbridos de *Eucalyptus* spp. Silvicultura, São Paulo, **8** (32):761-4, 1983b.

BROOKER, M.I.H. An introduction to the study of characters in *Eucalyptus*. In: WORKSHOP ON SEED HANDLING AND EUCALYPT TAXOMONY, Harare

(Zimbabwe), 1985. Proceedings. p.119-42.

BROOKER, M.I.H. & KLEINIG, D.A. Field Guide to Eucalypts-Southeastern Australia. Melbourne, Inkata Press. 1983. 288p.

BROWN, A.H.D.; MATHESON, A.C.; ELDRIDGE, K.G. Estimation of the mating system of *Eucalyptus obliqua* L'Hérit using allozyme polymorphism. Australian Journal of Botany, Melbourne, **23:** 931-49. 1975.

BURGESS, I.P. Provenance trials of *Eucalyptus grandis* and *E.saligna*. Silvae Genetica, Frankfurt, **37** (5/6): 221-7. 1988.

BURGESS, I.P. & BELL, J.C. Comparative morphology and allozyme frequency of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden and *Eucalyptus saligna* Sm. Australian Forest Research, Canberra, **13** (2): 133-49, 1983.

CANGIANI, S.M.P. Caracterização e avaliação em viveiro de híbridos de polinização aberta de *Eucalyptus* spp. Piracicaba, 1990. 106p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).

CARRODUS, B.B. & BALKE, T.J.. Studies on the lignotubers of *Eucalyptus obliqua* l'Hérit. I. The nature of the lignotuber. New Phytologist, Cambidge, **69**: 1069-72, 1970

CAUVIN, B.; POTTS, B.M.; POTTS, W.C. *Eucalyptus*: Hybridation artificielle barrieres et hérédité des caractères. AFOCEL Annales Recherches Sylvicoles, Paris (1986): 255-302, 1986

CREMER, K.W.; CROMER, R.N.; FLORENCE, R.G. Stand establishment. In: HILLIS, W.E. & BROWN, A.G., ed.. Eucalyptus for wood production. Sidney, CSIRO/ Academic Press. 1984. cap.4, p.81-135.

CSIRO. Registro das espécies de Eucalyptus coletadas na Austrália. Canberra, S.D. v.1 (*E.botryoides*) e v.19 (*E.saligna*).

CHAPERON, H. Particularités de l'amélioration génetique des Eucalyptus hybrides au Congo Brazzavile. In: WORLD CONSULATION ON FOREST TREE BREEDING, 3., Canberra, 1977. Proceedings. FO-FTB-77-3/8.

CHATTAWAY, M.M. Bud development and lignotuber formation in eucalypts. Australian Journal of Botany, Melbourne, **6:** 107, 1958.

CHIPPENDALE, G.M. ed. Eucalyptus Buds and Fruits.Canberra. Forest & Timber Bureau, 1968. 96p.

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS. Facultade de Ciências Agronômicas - Campus de Botucatu. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita". Anuário Meterológico (Período: 1975-1994). Posto meteorológico da Fazenda Experimental Lageado. Município de Botucatu. 1994. (não publicado).

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / Universidade de São Paulo. Levantamento detalhado dos solos do Horto de Itatinga (SP). 1994. 105p. (não publicado).

DRAKE, D.W. Seed abortion in some species and interspecific hybrids of *Eucalyptus*. Australian Journal of Botany, Melbourne, **23**: 991-5. 1975.

DRAKE, D.W. Contrasting success of natural hybridization in two *Eucalyptus* species pairs. Australian Journal of Botany Melbourne, **28** (2): 167-91, 1980.

DRAKE, D.W. Reproductive success of two *Eucalyptus* hybrid populations. 1. Generalized seed output model and comparation of fruit parametres. Australian Journal of Botany, Melbourne, **29** (1): 25-35. 1981a.

DRAKE, D.W. Reproductive success of two *Eucalyptus* hibrid populations. 2. Comparison of predispersal seed parameters. Australian Journal of Botany, Melbourne, **29** (1): 37-48. 1981b.

DUNN, G. & EVERITT, B.S. An Introduction to Mathematical Taxonomy. Cambridge, Cambridge University Press. 1982. 152 p.

ELDRIDGE, K.G. Breeding system of *Eucalyptus regnans*. In: Sexual reproduction of forest trees. IUFRO Working Group, Varparanta, Finland. Proceedings. 1970.

ELDRIDGE, K.G. Breeding systems, variation and genetic improvement of tropical eucalypts. In: BURLEY, J. & STYLES, B.T. (eds.). Tropical trees variation, breeding and conservation. London. Academic Press. 1976. p.101-8.

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

ELDRIDGE, K.G. & GRIFFIN, A.R. Selfing effects in *Eucalyptus regnans*. Silvae Genetica, Frankfurt, **32** (5/6): 216-21. 1983.

EVERITT, B,S. Cluster Analysis. 2da.ed. London, Heineman Educ. Books. 1980. 136p.

FERREIRA, M. Escolha de espécies de eucaliptos. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, (47): 1-30, 1979.

FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P.Y. Melhoramento genético da densidade básica da madeira de eucalipto. Silvicultura, São Paulo, **2** (14): 148-52, 1978.

FERREIRA, M. & LUZ, H.F. Uso da arquitectura de mudas na seleção de híbridos de eucalipto de polinização livre.In: PROGRAMAS COOPERATIVOS NA ÁREA DE MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL, Piracicaba, 1988. Anais. Piracicaba, IPEF/ESALQ/ UFV/ EMBRAPA, 1988. p.15-33.

FLORENCE, R.G. Eucalypt ecology. Forest and Timber, Sidney, **13** (3): 2-21, 1977.

FLORENCE, R.G. Variation in blackbutt. Australian Forest, Canberra, **33** (2): 83-93.

FRIPP, Y.J. Allozyme variation and mating system in two populations of *Eucalyptus kritzoniana* (Luehm) Maiden. Australian Forest Research, Melbourne, **13** (1): 1-10, 1983.

GRIFFIN, A.R. & COTTERILL, P.P. Genetic variation in growth of outcrossed, selfed and open-pollinated progenies of *Eucalyptus regnans* and some implications for breeding strategies. Silvae Genetica, Frankfurt, **37** (3-4): 124-31. 1988.

GRIFFIN, A.R.; BURGESS, I.P.; WOLF, L. Patterns of natural and manipulated hybridization in the genus *Eucalyptus* L'Hérit - a Review. Australian Journal of Botany, Melbourne, **36** (1): 41-66. 1988.

GRIFFIN, A.R.; MORAN, G.F.; FRIPP, Y.J. Preferencial outcrossing in *Eucalyptus regnans* F.Muell. Australian Journal of Botany, Melbourne, **37** (5): 397-411. 1989.

GOLFARI, L. & PINHEIRO N°, F.A. Escolha de espécies de eucalipto potencialmente aptas para diferentes regiões do Brasil. Brasil Florestal, Rio de Janeiro, **1** (3): 17-38, 1970.

GORE, P.L.; POTTS, B.M.; VOLKER, P.W.; MEGALOS, J. Unilateral cross-incompatibility in *Eucalyptus*: the case of hybridization between *E. globulus* and *E. nitens*. Australian Journal of Botany, Melbourne, **38** (4): 383-94, 1990.

GREEN, J.W. Variation in *Eucalyptus obliqua* L'Hérit. New Phytologist, Cambridge, **70**: 897-910. 1971.

GRIFFIN, A.R.; BURGESS, I.P.; WOLF, L. Patterns of natural and manipulated hybridisation in the genus *Eucalyptus* L'Hérit.- a Review. Australian Journal of Botany, Melbourne, **36** (1): 41-66, 1988.

GRIFFIN, A.R. & ELDRIDGE, K.G. A field trial of progeny of trees intermediate between *Eucalyptus regnans* and *E.obliqua*. Australian Forest Research, Melbourne, **10**: 1-8. 1980.

GRIFFIN, A.R.; MORAN, G.F.; FRIPP, Y.J. Preferencial outcrossing in *Eucalyptus regnans* F.Muell. Australian Journal of Botany, Melbourne, **35**: 465-75. 1987.

GUIMARÃES, R.F. & KERR, W.E. Auto-fecundação em "Eucalyptus alba". In: IV REUNION LATINO-AMERICANA DE FITOTECNIA. Santiago de Chile, 1958. Anales. 3p.

HALL, N. Botanists of the *Eucalyptus*. Melbourne, CSIRO. 1978. 160p.

HALL, N.; JOHNSTON, R.D.; CHIPPENDALE, G.M. Forest Trees of Australia. Canberra, Forest and Timber Bureau, 1970. 330p.

HODGSON, L.M. Breeding of eucalypts in South Africa. South Africa Forestry Journal. Pretoria, (89): 13-15. 1974.

HODGSON, L.M. Some aspects of flowering and reproductive behaviour in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden at J.D.M. Keet Research Station. 1. Flowering, controlled pollination methods, pollination and receptivity. South African Forestry Journal, Pretoria, (97): 18-28. 1976a.

HODGSON, L.M. Some aspects of flowering and reproductive behaviour in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden at J.D.M. Keet Research Station. 2. The fruit, seed, seedlings, self-fertility, percent of selfing and inbreeding effects. South African Forestry Journal, Pretoria, (98): 32-43. 1976b.

HODGSON, L.M. Some aspects of flowering and reproductive behaviour in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden at J.D.M. Keet Research Station. 3. Relative yield, breeding systems, barriers to selfing and general conclusions. South African Forestry Journal, Pretoria, (99): 53-8, 1976c.

HOPPER, S.D.; COATES, D.J.; BURBIDGE, A.H. Natural hybridization and morphometric relationships between three malles (*Eucalyptus* spp.) in the Fitzgerald River National Park. Australian Journal of Botany, Melbourne, **26** (3): 319-33. 1978.

HOPPER; S.D. & MORAN, G.F. Bird pollinition and mating-system of *Eucalyptus stoati*. Australian Journal of Botany, Melbourne, **29** (5): 625-38. 1981.

JAHNKE, R.; CARR, D.J.; CARR, S.G.M. Lignotubers development and growth parameters in *Eucalyptus camaldulensis* (Dehnh.) Effects of phosphorus and nitrogen level. Australian Journal of Botany, Melbourne, **31** (3): 283-92, 1983.

JAMES, S.H. & KENNINGTON, W.J. Selection against homozygotes and resource allocation in the mating system of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Australian Journal of Botany, Melbourne, **41**: 381-91. 1993.

JOHNSON, L.A.S. Problems of species and genera in *Eucalyptus* (Myrtaceae). Plant Systematics & Evolution,New York,**125**: 155-67, 1976.

JOHNSTON, R.D. & MARRYATT, R. Taxonomy & Nomenclature of Eucalypts. Leaflet no. 62. In: BLAKELY, W.F. A Key to the Eucalypts. 3rd.ed. Canberra, Forest & Timber Bureau. 1965.

JOLLIFFE, I.T. Discarting variables in a principal component analysis. I. Artificial data. Applied Statistics. London, **21**: 160-73. 1972.

JONES, N. & BURLEY, J. Seed certification, provenance nomenclature and genetic history in forestry. Silvae Genetica, Frankfurt, **22** (3): 53-8, 1973.

KAPOOR, M.L. & SHARMA, V.K. Hybrids between *Eucalyptus citriodora* Hook. and *E.torelliana* F.v.Muell. in India. Silvae Genetica, Frankfurt, **33** (2/3): 42-6, 1984.

KAGEYAMA, P.Y. Endogamia em espécies florestais. Série Técnica IPEF, Piracicaba, **2** (8): 1-40. 1980.

KERR, L.R. The lignotuber of eucalypt seedling. Proc. Real Society South-Victoria. Victoria, **37**: 79.

KRUG, C.A. & ALVES, A.S. *Eucalyptus* improvement. Journal of Heredity, Washington, **40**: 133-9. 1949.

LADIGES, P.Y.; GRAY, A.M.; BROOKER, M.I.H. Pattern of geographic variation based on seedling morphology, in *Eucalyptus ovata* Labill. and *Eucalypus brookerana* A.M.Gray and comparison with some other *Eucalyptus* species. Australian Journal of Botany, Melbourne, **29** (5): 593-603, 1981.

LESTER, D.T. The role of interspecific hybridization in forest tree breeding. In: MEETING OF THE CANADIAN TREE IMPROVEMENT ASSOCIATION, 14., Fredericton, 1973. Proceedings. part 2, p.85-97.

MAÊDA, J.M. Polinização entomófila em pomar de sementes clonal de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, na região de Botucatu-SP. Piracicaba, 1987. 91p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).

MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. Multivariate Analysis. London, Academic Press. 1971. 521p.

MARTIN, B. The beneficts of hibridization. How do you breed for them? In: IUFRO CONFERENCE BREEDING TROPICAL TREES: POPULATION STRUCTURE AND GENETIC IMPROVEMENT STRATEGIES IN CLONAL AND SEEDLING FORESTRY. Proceedings. Pattaya, Thailand, 1989. 79-92 pp.

MARTIN, B. & COSSALTER, C. Les *Eucalyptus* des iles de la Sonde. Bois et Forêts des Tropiques, Nogent-sur-Marne, (164): 3-10. 1975.

MARTINS, F.C.G. & IKEMORI, I.K. Produção de híbridos de eucaliptos na Aracruz. In: REUNIÃO SOBRE TÉCNICAS PARA PRODUÇÃO DE HIBRIDOS. Piracicaba, Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais - Departamento de Ciências Florestais ESALQ / USP, 1987, p.48-61.

MORAN, G.F.; BELL, J.C. Eucalyptus. In: TANKSLEY, D.S. & ORTON, T.J., eds. Isozymes in Plant Genetics & Breeding. part B. Amsterdam, Elsevier, 1983. p. 423-41.

MORAN, G.F. & BROWN, A.H.D. Temporal heterogeneity in outcrossing rates in alpine ash (*Eucalyptus delegatensis* R.T.Blake). Theoretical and Applied Genetics, New York, **57:** 101-5. 1980.

MORAN, G.F.; BELL, J.C.; GRIFFITH, A.R. Reduction in levels of inbreeding in a seed orchard of *Eucalyptus regnans* F.Muell. compared with natural populations. Silvae Genetica, Frankfurt, **38** (1): 32-36. 1989.

MORI, E.S. Efeitos da competição intra-específica na seleção de árvores superiores de *Eucalyptus saligna* Smith. Piracicaba, 1987. 79p. (Mestrado - Escola Superior de

Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).

MORI, E.S. Variabilidade genética isoenzimática em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetida a diferentes intensidades de seleção. Piracicaba, 1993. 119p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).

ODA, S. & FERREIRA, M. Produção de híbridos interespecíficos de eucaliptos por polinização aberta. Silvicultura, São Paulo, **8** (28): 407-8, 1983.

ODA, S.; MELLO, E.J.; MENCK, A.L.M.; MARCHI, E.L. Influência da época de colheita dos frutos na qualidade das sementes de *Eucalyptus grandis*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., Anais. Atibaia-SP, 1989. p.285

ODA, S.; MENK, A.L.M.; FERREIRA, S.E.M.; HYPPOLITO, S. Estratégia de utilização de híbridos de eucalipto na Companhia Suzano. In: PROGRAMAS COOPERATIVOS NA AREA MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL, Piracicaba, 1988. Anais. Piracicaba, IPEF/ESALQ/UFV /EMBRAPA, 1988. p.15-33.

ODA, S.; MENK, A.L.M.; VENCOVSKY, R. Problemas no melhoramento genético clássico do eucalipto en função da alta intensidade de seleção. IPEF, Piracicaba, (41/42): 8-17, 1989.

PACHECO, I.A. Polinização de *Eucalyptus saligna* Smith (*Myrtaceae*) por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae). Piracicaba, 1982. 87p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).

PASSIOURA, J.A. & ASH, J.E. Phenotypic, genetics and ecological variation in the *Eucalyptus saligna-E.botryoides* complex. Australian Journal of Botany, Melbourne, **41**: 393-412. 1993.

PATIÑO-VALERA, F. Variação genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com o espaçamento. Piracicaba, 1986. 192p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).

PATON, D.M. *Eucalyptus* physiology III. Frost resistance. Australian Journal of Botany, Melbourne, **29**: 675-88. 1981.

PEREIRA, A.R. & GOMES, J.M. Influência do tamanho da semente no crescimento de mudas de *Eucalyptus* spp. Silvicultura, São Paulo, **8** (28): 418-21. 1983.

PETERS, G.B.; LONIE, J.S.; MORAN, G.F. The breeding system, genetic diversity and pollen sterility in *Eucalyptus pulverulenta*, a rare species with small disjunct populations. Australian Journal of Botany, Melbourne, **38:** 559-70. 1990.

PINYOPUSARERK, K.; GUNN, B.V.; WILLIAMS, E.R.; PRYOR, L.D. Comparative geographical variation in seedling morphology of three closely related red mahoganies, *Eucalyptus urophylla*, *E.pellita* and *E.scias*. Australian Journal of Botany, Melbourne, **41** (1): 23-34. 1993.

POTTS, B.M. The population dynamics and regeneration of a hybrid zone between *Eucalyptus risdonii* and *E.amygdalina*. Australian Journal of Botany, Melbourne, **34**: 305-29. 1986.

POTTS, B.M.; POTTS, W.C.; CAUVIN, B. Inbreeding and interspecific hybridization in *Eucalyptus gunnii*. Silvae Genetica, Frankfurt, **36** (5/6): 194-9. 1987.

POTTS, B.M. & REID, J.B. Variation in the *Eucalyptus gunnii-archeri* complex. II.The origin of variation. Australian Journal of Botany, Melbourne, **33** (5): 519-41, 1985a.

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, 1985b.

PRYOR, L.D. A hybrid *Eucalyptus*. Proc. Linnean Society New South Wales. **75:** 96-8. 1950a.

PRYOR, L.D. Some hybrid of *Eucalyptus viminalis*. Australian Forestry, Canberra, **14**: 95-8, 1950b.

PRYOR, L.D. A genetic analysis of some *Eucalyptus* species. Proc. Linnean Society New South Wales. **76**: 140-8. 1951.

PRYOR, L.D. A compound of *Eucalyptus* hybrid. Proc. Linnean Society New South Wales. **77:** 361-3. 1952.

PRYOR, L.D. Genetic control in *Eucalyptus* distribution. Proc. Linnean Society New South Wales. **78**: 8-18. 1953.

PRYOR, L.D. An $F_1$ hybrid between *Eucalyptus cinerea* F. Muell. and *Eucalyptus robusta* Sm. Proc. Linnean Society New South Wales. **79** (5/6): 1954a.

PRYOR, L.D. The inheritance of inflorescence characters in *Eucalyptus*. Proc. Linnean Society New South Wales. .**79:** 79-89. 1954b.

PRYOR, L.D. The inheritance of some characters in *Eucalyptus*. Proc. Linnean Society New South Wales. **82**: 147-55. 1957.

PRYOR, L.D. Inheritance, selecting and breeding in eucalypts. In: CONFERENCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 2., São Paulo, 1961. Proceedings. p.297-302.

PRYOR, L.D. Relatório sobre a inspeção de plantações em Mogi Guaçú. 1968. (não publicado).

PRYOR, L.D. The Biology of Eucalypts. London, Edward Arnold, 1976. 82p.

PRYOR, L.D. Reproductive habits of the eucalypts. Unasylva, Roma, **30**(119/120): 42-50, 1978.

PRYOR, L.D. & BYRNE, O.R. Variation taxonomy in *Eucalyptus camaldulensis*. Silvae Genetica, Frankfurt, **18** (3): 64-71, 1969.

PRYOR, L.D.; CHATTAWAY, M.M.; KLOOT, N.H. The inheritance of wood and bark characters in *Eucalyptus*. Australian Journal of Botany, Melbourne, **4** (3): 216-39, 1956.

PRYOR, L.D. & DADSWELL, H.E. Wood characters of F1 hybrid *Eucalyptus rubida* x *Eucalyptus maideni*. Australian Journal of Botany, Melbourne, **12** (1): 39-45, 1964.

PRYOR, L.D. & JOHNSON, L.A.S. The status and significance of the hybrid *Eucalyptus marginata* Sm. x *Eucalyptus megacarpa* F. Muell. Australian Journal of Botany, Melbourne, **10** (2): 129-33, 1962.

PRYOR, L.D. & JOHNSON, L.A.S. A classification of the Eucalyptus. Canberra, Australian National University, 1971. 102p.

REDDY, K.V. & ROCKWOOD, D.L. Breeding strategies for coppice production in a *Eucalyptus grandis* base population with four generations of selection. Silvae Genetica, Frankfurt, **38** (3/4): 148-51. 1989.

SAMPSON, J.F.; HOPPER, S.D.; JAMES, S.H. The mating system and population genetic structure in a bird-pollinated malee, *Eucalyptus rhodantha*. Heredity, London, **63** (3): 383-93. 1989.

SANTOS, P.E.T.; FERREIRA, M.; KAGEYAMA, P.Y. Produção de híbridos. Circular Técnica IPEF, Piracicaba, (156): 1-17, 1988.

SANTOS, P.E.T. & SCANAVACA Jr., L. Programa de Melhoramento de *Eucalyptus saligna* (Itatinga). Piracicaba. IPEF. Janeiro 1992. 9p.

SÃO PAULO (estado). Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Centro Tecnológico de Hidráulica. Atlas pluviométrico do Estado de São Paulo (Período: 1941-1970). 1972. 83p.

SAS. Institute Inc. SAS/STAT™ Guide for Personal Computers. Version 6 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1987. 1028 pp.

SEDGLEY, M.; HAND, F.C.; SMITH, R.M.; GRIFFIN, A.R. Pollen-tube growth and early seed development in *Eucalyptus regnans* F.Muell. (*Myrtaceae*) in relation to ovule structure and preferencial outcrossing. Australian Journal of Botany, Melbourne, **37** (5): 397-411. 1989.

SEDGLEY, M. & SMITH, R.M. Pistil receptivity and pollen tube growth in relation to the breeding system of *Eucalyptus woodwardii* Maiden (*Symphyomyrtus*). Annals of Botany, **64**, 21-31.

SCHMITT, D.M. Interspecific hybridization in forest trees: potencial 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.

SHEPHERD, G.J. Programa FITOPAC. versão 1.0. Manual do Usuário. UNICAMP, Depto. de Botânica, 1993. (não publicado).

SNEATH, P.H.A & SOKAL, R.R. Numerical Taxonomy. San Francisco. W.H.Freeman & Co., 1973. 573p.

SOUZA, V.K.; CARPIM, M.A.; BARRICHELO, L.E.G. Densidade básica entre procedências, classes de DAP e posição em árvores de *Eucalyptus grandis* e *E.saligna*. IPEF, Piracicaba, (33): 65-72. 1986.

TIBBITS, W.N. Germination and morphology of progeny from controlled pollinations of *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden. Australian Journal of Botany, Melbourne, **36** (6): 677-91, 1988.

TOLEDO FILHO, D.V.; PIRES, C.L.S.; PARENTE, P.R.; ZANATTO, A.C.S. Comportamento de híbridos de *E.grandis* x *E. urophylla* e de procedências de *E. grandis, E.urophylla* e *E.umbra* nas regioes de Mogi Mirim e Luiz Antônio-SP. Boletim Técnico do Instituto Florestal, São Paulo **40-A** (1): 326-31, 1986.

TORGGLER, M.G.F. Variação genética entre progênies dentro de procedências de *Eucalyptus saligna* Smith. Piracicaba, 1981, 198p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).

VAN LAAR, A. Multivariate analysis. A way to better understand complexity. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 18., Iugoslavia, 1986. Proceedings. v.6. p.99- 112.

VAN WYK, G. Early growth results in a diallel progeny test of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. II. A greenhouse study. Silvae Genetica, Frankfurt, **26**: 44-50. 1977.

VAN WYK, G. Inbreeding effects in *Eucalyptus grandis* in relation to degree of relatedness. South African Forestry Journal, Pretoria, (166): 60-3. 1981.

VAN WYK, G.; SCHÖNAU, A.P.G.; SCHÖN, P.P. Growth potential and adaptability of young eucalypt hybrids in South Africa. In: IUFRO CONFERENCE BREEDING TROPICAL TREES: POPULATION STRUCTURE AND GENETIC IMPROVEMENT STRATEGIES IN CLONAL AND SEEDLING FORESTRY. Proceedings. Pattaya, Thailand, 1989. p.325-33.

VENKATESH, C.S.; ARYA, R.S.; SHARMA, V.K. Natural selfing in planted *Eucalyptus* and its estimation. Journal of Plantation Crops, Kasaragod, **1**: 23-5, 1973

VENKATESH, C.S. & SHARMA, V.K. Hybrid vigour in controlled interspecific crosses of *Eucalyptus tereticornis* x *E.camaldulensis*. Silvae Genetica, Frankfurt, **26** (4): 121-4, 1977.

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.

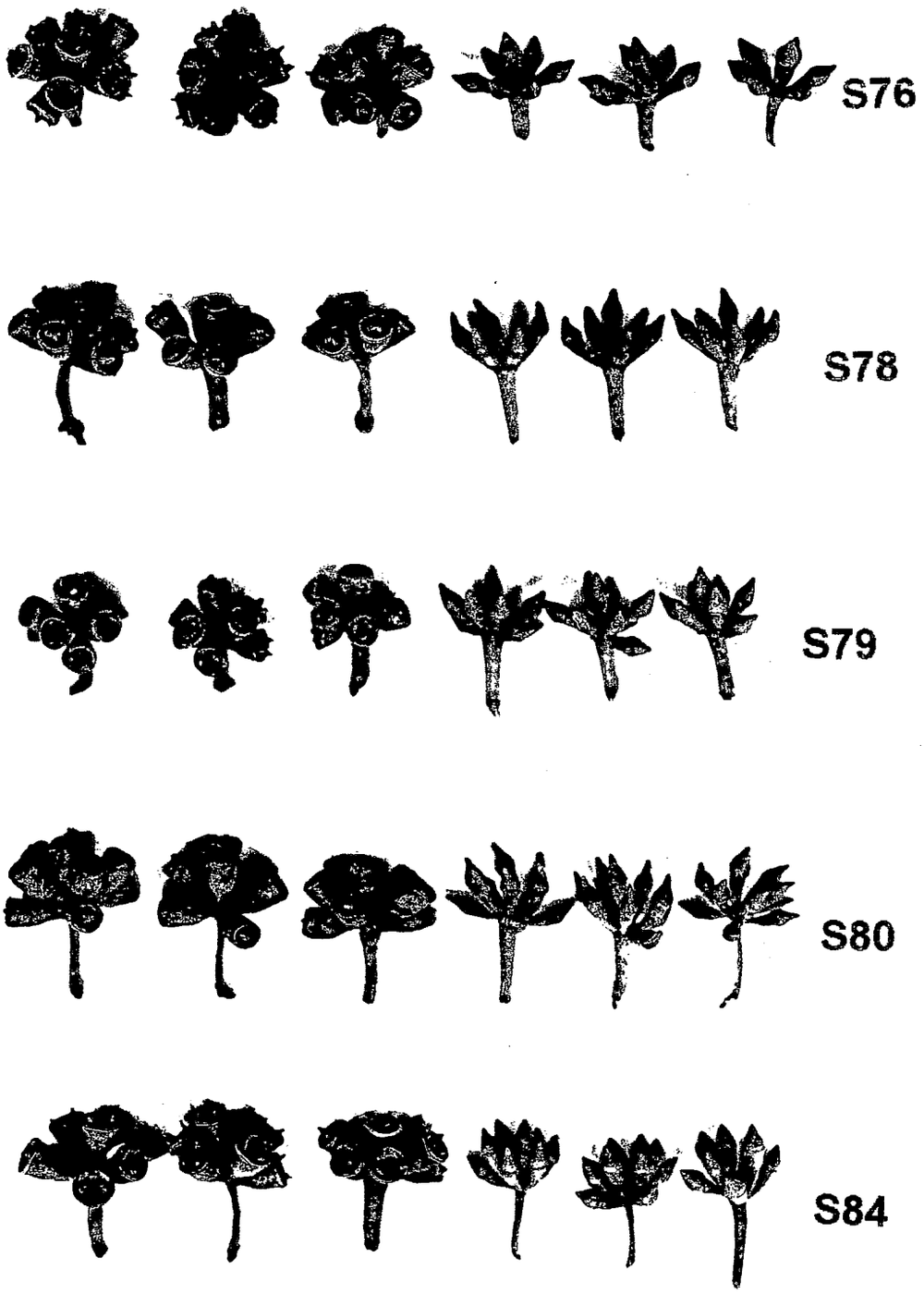
VENKATESH, C.S. & VAKSHASYA, R.K. Effects of selfing crossing and interspecific hybridization in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3., Canberra, 1977. Proceedings. p.683-93.

WILTSHIRE, R.J.E.; POTTS, B.M.; REID, J.B. Apoedomorfocline in *Eucalyptus*. II. Variation in seedling morphology in *E.risdonii/E.tenuiramis* complex. Australian Journal of Botany, Melbourne, **40** (6): 789-805. 1992.

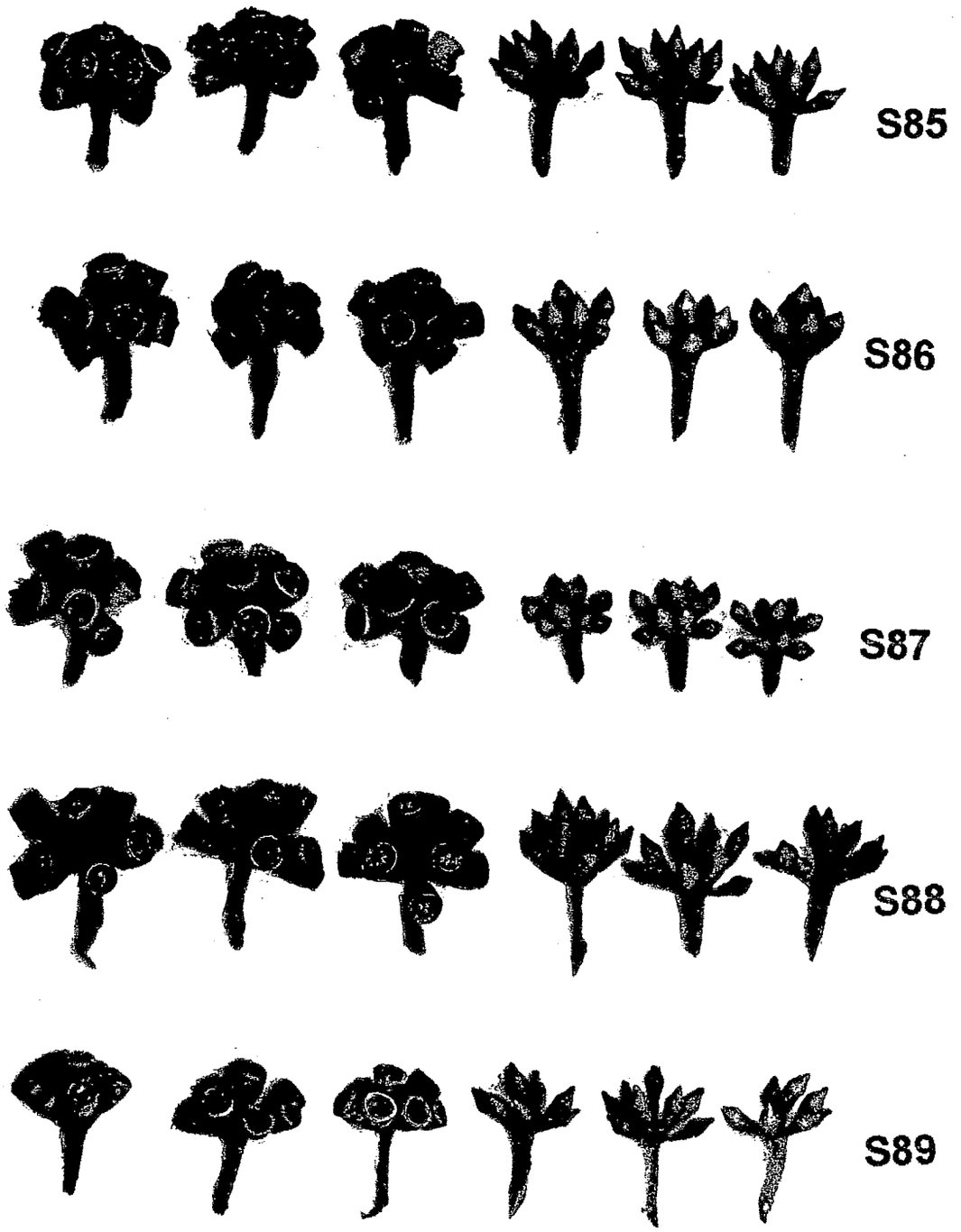
ZANI FILHO, F. Monitoreamento da taxa de autofecundação em populações de melhoramento de *Eucalyptus*. In: SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2, Atibaia. Anais. 1989. p.107-8.

ZANI FILHO, F. & KAGEYAMA, P.Y. A produção de sementes melhoradas de espécies florestais com ênfase em *Eucalyptus*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL IUFRO. MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS. Curitiba, 1984. Anais. Curitiba, UFP, 1984, p.1-8.

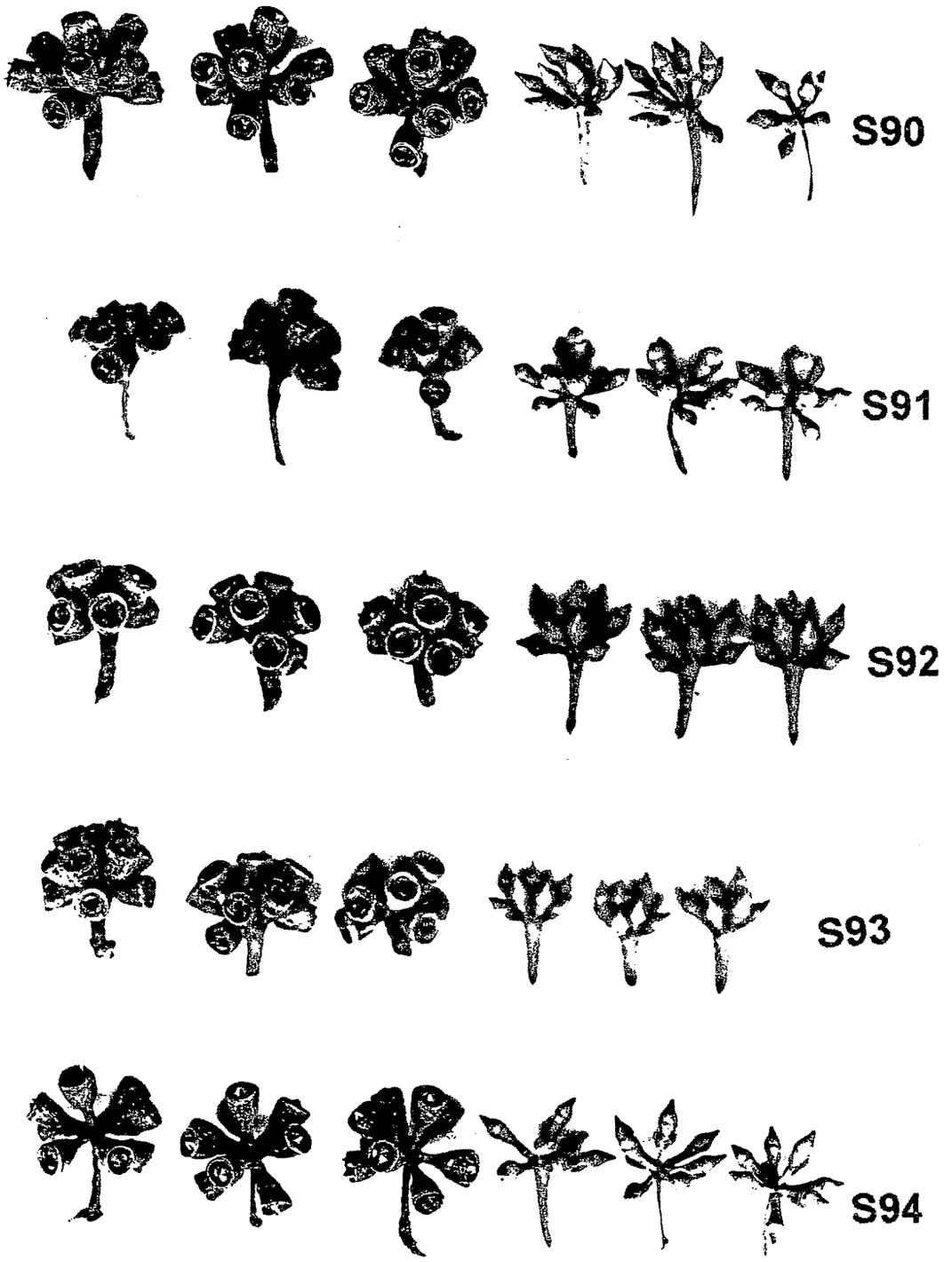
# APÊNDICE



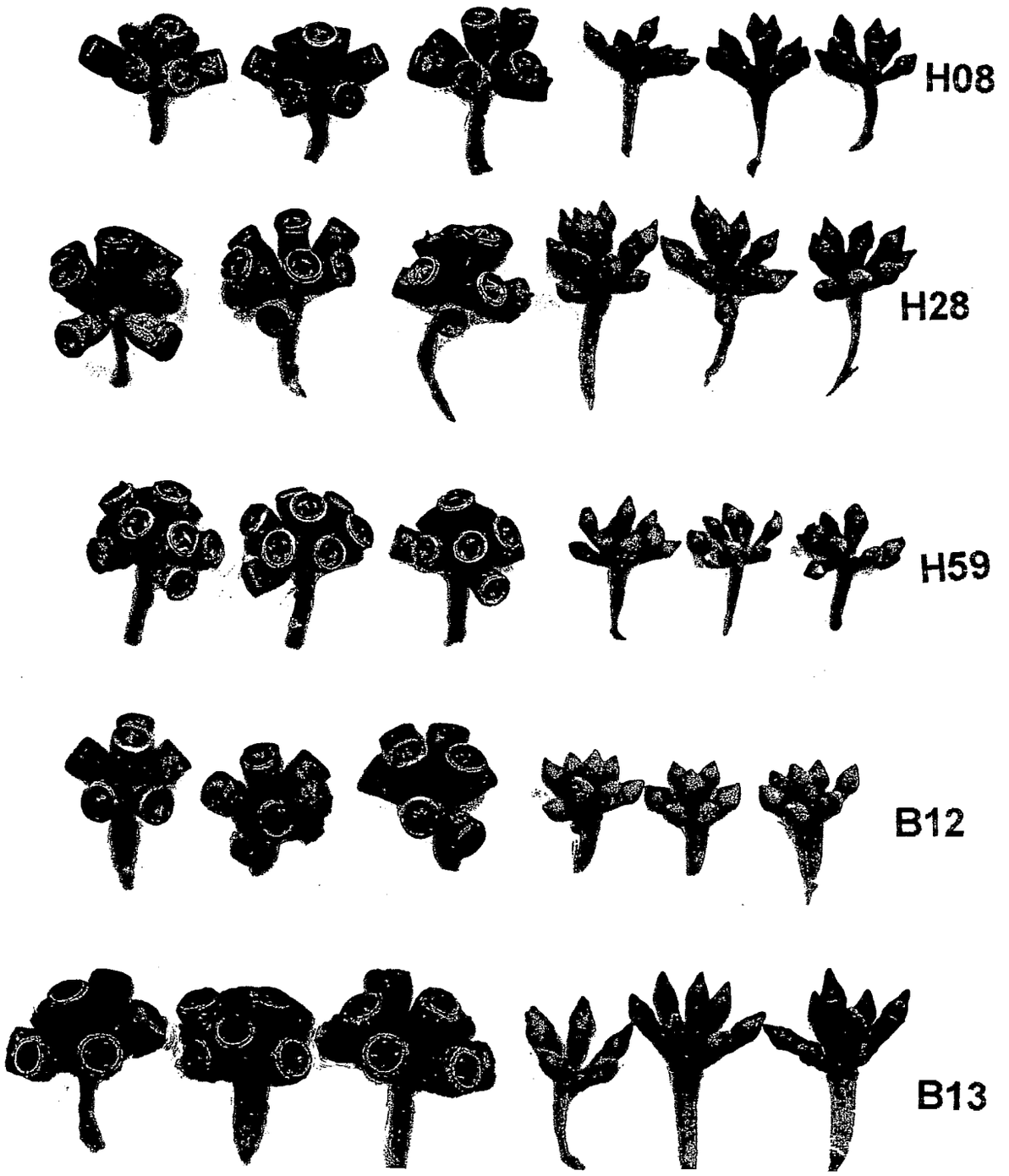

Apêndice 1. Frutos e botões florais das matrizes S76, S78, S79, S80 e S84. A letra maiúscula na frente do número indica o tipo pela classificação fenotípica visual. Escala 1:1.



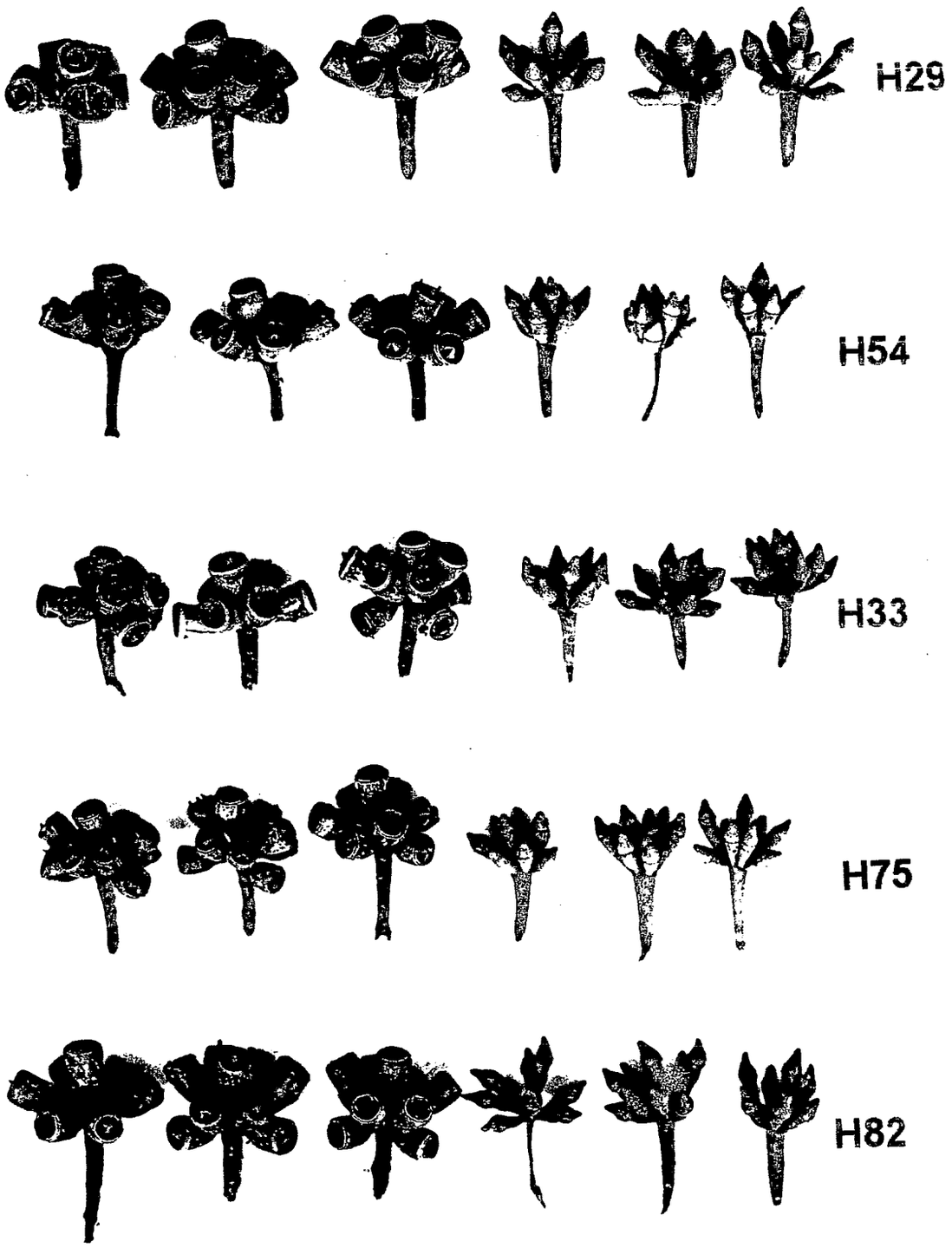

Apêndice 2. Frutos e botões florais das matrizes S85, S86, S87, S88 e S89. A letra maiúscula na frente do número indica o tipo pela classificação fenotípica visual. Escala 1:1.



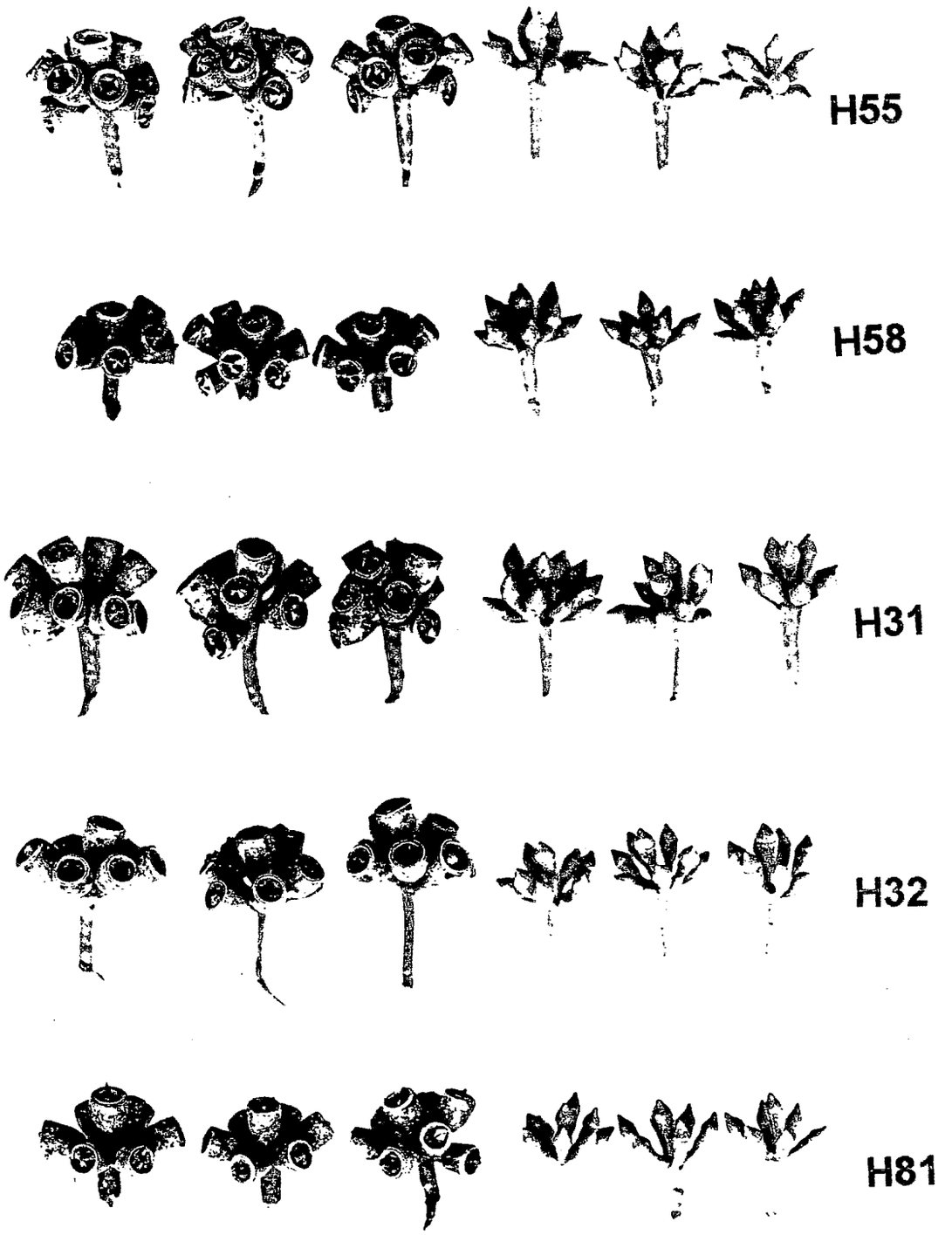

Apêndice 3. Frutos e botões florais das matrizes S90, S91, S92, S93 e S94. A letra maiúscula na frente do número indica o tipo pela classificação fenotípica visual. Escala 1:1.




Apêndice 4. Frutos e botões florais das matrizes H08, H28, H59, B12 e B13. A letra maiúscula na frente do número indica o tipo pela classificação fenotípica visual. Escala 1:1.



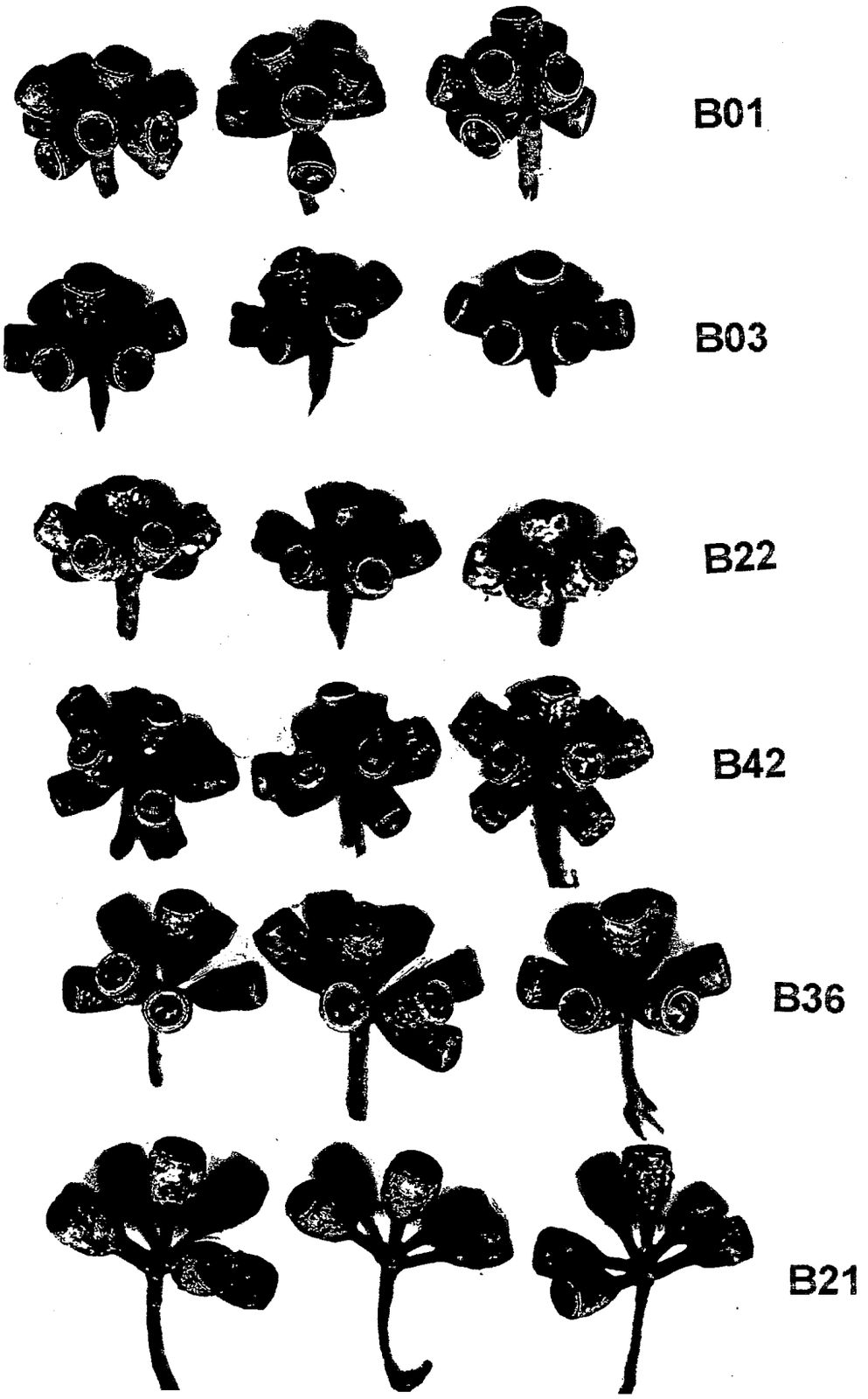

Apêndice 5. Frutos e botões florais das matrizes H29, H54, H33, H75 e H82. A letra maiúscula na frente do número indica o tipo pela classificação fenotípica visual. Escala 1:1.




Apêndice 6. Frutos e botões florais das matrizes H55, H58, H31, H32 e H81. A letra maiúscula na frente do número indica o tipo pela classificação fenotípica visual. Escala 1:1.

B06
B04

B10
B27
B09
B05




Apêndice 9. Frutos das matrizes B01, B03, B22, B42, B36 e B21. A letra maiúscula na frente do número indica o tipo pela classificação fenotípica visual. Escala 1:1.