unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Pós-graduação em Agronomia

MESTRADO

VARIAÇÃO GENÉTICA E MÉTODOS DE SELEÇÃO EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus urophylla S.T. Blake*

Luciene Dourado Caliente Silva

1210001424

Ilha Solteira - SP

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

VARIAÇÃO GENÉTICA E MÉTODOS DE SELEÇÃO EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake

LUCIENE DOURADO CALIENTE SILVA

12100014 24

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de concentração: Sistema de Produção.

Proc. 053/2003 - NRD 166

UNESP "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"
SERVIÇO TÉC. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO

DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO
02.09.03	30.09.03
REGISTRADO POR	TOMBO
Aulaja	Te. 1424
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Doação autor R$ 10.00	55865

ex. fys 20 7920
fys 55641
50 20 1024

ILHA SOLTEIRA

Estado de São Paulo – Brasil

Julho - 2003

VARIAÇÃO GENÉTICA E MÉTODOS DE SELEÇÃO EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus urophylla* B.T. Blake

LUCIENE DOURADO CALIENTE SILVA
Bióloga

Orientador: Prof. Dr. **MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de concentração: Sistema de Produção.

ILHA SOLTEIRA

Estado de São Paulo – Brasil

Julho - 2003

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da FEIS/UNESP

Silva, Luciene Dourado Caliente
S586v Variação genética e métodos de seleção em progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake / Luciene Dourado Caliente Silva. – Ilha Solteira : [s.n.], 2003
ix, 73 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração: Sistema de Produção, 2003.

Orientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes
Bibliografia: p. 48-56

1. Eucalipto. 2. Melhoramento genético. 3. Eucalipto – Melhoramento genético.

VARIAÇÃO GENÉTICA E MÉTODOS DE SELEÇÃO EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus urophylla S.T. Blake*

Luciene Dourado Caliente Silva

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DO CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA – UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM AGRONOMIA

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes (Orientador)

Prof. Dr. Reginaldo Brito da Costa

Prof. Dr. Pedro César dos Santos

Ilha Solteira/SP
julho de 2003

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

ÍNDICE

RESUMO ---------- vi

ABSTRAT ---------- viii

1. INTRODUÇÃO ---------- 1

2. REVISÃO DE LITERATURA ---------- 4

2.1. Classificação da espécie ---------- 4

2.2. Área de ocorrência natural ---------- 4

2.3. *Eucalyptus urophylla* no Brasil ---------- 7

2.4. Comportamento ecológico e silvicultural ---------- 7

2.5. Teste de progênies / procedências e parâmetros genéticos ---------- 12

2.6. Índices de seleção no melhoramento genético ---------- 19

3. MATERIAL E MÉTODOS ---------- 21

3.1. Material ---------- 21

3.2. Métodos ---------- 21

3.2.1. Instalação do ensaio ---------- 21

3.2.2. Coleta de dados ---------- 22

3.2.3. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos ---------- 22

3.2.4. Seleção entre e dentro de progênies e pelo método do índice multi-feitos ---------- 28

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO ---------- 32

4.1. Análise de variância ---------- 32

4.2. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos ---------- 34

4.3. Estimativa de correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres de crescimento ---------- 39

4.4. Ganho na seleção ---------- 41

4.4.1. Seleção entre e dentro de progênies ---------- 41

4.4.2. Índice multi-efeito ---------- 44

5. CONCLUSÕES ---------- 47

REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS ---------- 48

APÊNDICE ---------- 57

Aos meus pais, José e Leonice,

pelo exemplo de vida e por

tudo o que fizeram por mim,

DEDICO

meu amado esposo, Ezequias

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade da vida e seu cuidado comigo;

Ao prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes, pela orientação, paciência, amizade e incentivos constantes que permitiram a realização deste trabalho;

Ao professor Reginaldo B. da Costa da UCDB e aos professores Pedro C. dos Santos, João A. C. Andrade, Marco E. de Sá, Marília P. Noronha, Carlos Flechtmann e demais professores da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP, pelo apoio;

A International Paper Ltda., pela produção das mudas;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP: José Cambuim, Manoel F. R. Bonfim, Alonso A. da Silva, Vanderley G. Gonçalves e Alexandre M. Silva pelo apoio na coleta de dados;

A Selma M. B. de Moraes e Adelaide A. B. de Sá, pela participação na minha formação prática;

Aos bibliotecários: João J. Barbosa, da FEIS/UNESP, e Marialice M. Poggiani, do Departamento de Ciências Florestais/ESALQ/USP/IPEF, pelo apoio;

A Alessandra D. C. Quinto, Claudinei P. Quinto, Mary C. Marques e Roberto Marques e, pelo apoio, amor e carinho constantes;

Ao professor Dr. Paulo Y. Kageyama, pelo fornecimento do material genético e ao Engenheiro Florestal José Zani Filho pelas informações dadas;

Enfim a todos que contribuíram direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, minha gratidão e que a paz do Senhor Jesus Cristo reine em vocês.

VARIAÇÃO GENÉTICA E MÉTODOS DE SELEÇÃO EM PROGÊNIES DE *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake

RESUMO

Os diversos segmentos do comércio relacionados com a matéria prima madeira, principalmente em florestas de rápido crescimento. O gênero *Eucalyptus* é um dos mais promissores para a substituição da madeira nativa para diversos propósitos e, em virtude, da atual crise de escassez de madeira no país, este deve ser um dos gêneros, juntamente com o *Pinus*, a ser utilizado como prioridade no futuro. O *Eucalyptus urophylla* é uma espécie de alto potencial florestal para zonas tropicais úmidas por ser tolerante ao cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*) e, sua grande plasticidade de adaptação e de utilização para os mais diversos fins. Sendo assim, uma das espécies, deste gênero, mais plantadas no Brasil e com grande potencial para vários setores madeireiros. O objetivo deste trabalho foi estimar a variabilidade genética para alguns caracteres silviculturais, estimar as correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres avaliados, estimar possíveis ganhos na seleção, utilizando-se da seleção entre e dentro de progênies e do índice multi-efeitos, visando a transformação do teste de progênies em um Pomar de Sementes por Mudas e/ou fornecimento de material para formação de um Pomar de Sementes Clonal e fornecer subsídios para a continuidade do programa de melhoramento genético dessa espécie.

O experimento foi instalado em 17 de março de 1992, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia UNESP/Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS. O delineamento experimental utilizado foi látice 8 x 8, quíntuplo, parcialmente balanceado, sendo composto por 64 progênies, que foram produzidas a partir de sementes provenientes do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF). As parcelas foram lineares com 8 plantas, ao espaçamento de 3,0 x 3,0 metros. Os caracteres avaliados foram: (1) diâmetro à altura do peito (dap); (2) altura de planta (H); (3) volume cilíndrico (Vol) e (4) forma do fuste das árvores (For), sendo que, para efeito de análise estatística, os dados, obtidos para forma, foram transformados em $\sqrt{x}$.

Os resultados demonstraram haver variabilidade genética expressiva entre os caracteres analisados; b) As estimativas de herdabilidade, no sentido restrito, foram expressivas para os caracteres volume cilíndrico e dap, respectivamente; c) Obtiveram-se altas estimativas de correlações entre os caracteres dap e o volume cilíndrico; o mesmo não ocorrendo quando correlacionou o caráter forma do fuste aos demais caracteres; d) O uso do índice multi-efeitos, aplicado ao caráter dap, apresentou maiores ganhos que a seleção entre e dentro de progênies. Recomenda-se, no entanto, a opção de selecionar o máximo de cinco indivíduos por progênies, por permitir maiores ganhos e manter a diversidade genética próxima de uma seleção entre e dentro de progênies.

Palavras-chave: teste de progênies, parâmetros genéticos, divergência genética, programas de melhoramento.

GENETIC VARIATION AND METHODS OF SELECTION IN *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake PROGENIES

ABSTRACT

All trade sectors related to lumber as a primary source are based on fast-growing forests. *Eucalyptus* is one of the most promising trees as a replacement for native lumber, and due to today's shortage of lumber in Brazil, it should be used, along with *Pinus*, in the future. *Eucalyptus urophylla* is a species of high potential in tropical moist regions for it is resistant to eucalypt canker (*Cryphonectria cubensis*) and it shows a broad adaptation plasticity and its lumber has several applications. Hence, this is one of the species within *Eucalyptus* which is most planted in Brazil, and it has good potential in several sectors of the lumber industry. The objective of this experiment was to estimate, in *E. urophylla*, its genetic variability for some silvicultural traits and to study genetic and phenotypic correlations among the evaluated traits. By selecting among and within progenies and the multi-effect index I also wanted to estimate possible gains in the selection, aiming at replacing the seed orchard test with a seedling orchard test and/or to provide material to create a clonal seed orchard and also to afford the means for the continuity of the genetic improvement of this species.

The experiment was conducted at the Teaching and Research Farm (Selvíria, Mato Grosso do Sul State, Brazil) of the College of Engineering of Ilha Solteira, UNESP. The experimental design was a partially balanced five-dimensional 8x8 lattice, composed of 64 progenies, produced from seeds by the Institute of Forestry Research (IPEF, Piracicaba, São Paulo state, Brazil). Plots were linear and composed of 8 plants each, with a 3.0 x 3.0 spacing. Traits evaluated were: (1) DBH, (2) height, (3) cylindrical volume and (4) bole shape. Data were square-root transformed for statistical analyses.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

Results showed that: a) there was a significant genetic variation for the evaluated traits; b) heritability estimates, in the strict sense, were high for volume and DBH; c) there was a high correlation between DBH and volume but low between bole shape and the other traits; d) the use of multi-effects, applied to DBH, showed higher gains than selecting among and within progenies. I recommend though to select a maximum of five individuals within each progeny, in order to allow for higher gains and to keep the genetic diversity of a selection among and within progenies.

Key words: progeny trial, genetic parameters, genetic divergence, breeding programs.

1. INTRODUÇÃO

A cobertura florestal brasileira, considerada como a segunda maior do mundo, associada às excelentes condições edafo-climáticas (solo e clima) para a silvicultura, confere ao país grandes vantagens comparativas para a atividade florestal. Esses fatores, aliados ao desenvolvimento tecnológico empregado atualmente no plantio e exploração das florestas, transformam as vantagens naturais em competitividade real.

No Brasil, a atividade florestal é de grande importância, não só pela extensa cobertura de florestas existente no país, mas também pela capacidade de geração de empregos e renda do setor, em decorrência da utilização desta matéria-prima como: carvão vegetal (US$ 4,2 bilhões), madeira sólida (US$ 4,8 bilhões), móveis (US$ 4,8 bilhões) e, celulose e papel (US$ 7,5 bilhões), segundo dados sócio-econômicos de 2001 (SCHARF, 2003, p. 52-60). A Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS) divulgou em 2001, que o PIB florestal brasileiro atingiu US$ 21 bilhões e as exportações US$ 5,4 bilhões (10% do total), o que movimentou um consumo anual de madeira, incluindo espécies nativas e as plantadas para todos os fins, de 400 milhões de m^3, constituindo-se no setor responsável pela geração de 2 milhões de empregos diretos e indiretos.

Atualmente, cerca de 80% das florestas plantadas brasileiras, ou seja, 4,8 milhões de hectares, são do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*. As plantações de eucalipto são, freqüentemente, utilizadas com menos de 10 anos, para fins de produção de celulose, carvão e lenha. Uma ínfima proporção destas é manejada até ao redor dos 25 anos, visando à produção de madeira para serraria.

A maior parte da área reflorestada existente no país, fundamental para o crescimento e competitividade da cadeia madeireira, formou-se nas décadas de 70 e 80, quando da vigência do FISET (Fundo de Incentivo Setorial). Esse instrumento tornou possível às empresas executarem plantios de florestas em larga escala, contando com um incentivo financeiro. Após o fim do FISET, em 1987, o reflorestamento teve sua expansão limitada à indústria de papel e celulose, siderúrgica e de painéis de madeira.



Hoje, o Brasil é ameaçado pelo iminente déficit de madeira, conhecido como "apagão florestal", que atingirá mais drasticamente as regiões Sul e Sudeste, afetando também os segmentos de serraria e laminação, incluindo a indústria moveleira. Tal fato, já teve o seu início, pois o consumo de madeira industrial estava equiparado com a capacidade de produção, sustentada pelos reflorestamentos existentes no país. Já para 2003, é projetado um déficit da ordem de 11,3 milhões de m^3 para toras de pinus e, a partir de 2004, quando a escassez de madeira atingirá seu ponto crítico, parte da indústria brasileira processadora deste material terá, obrigatoriamente, que importar sua matéria-prima principal, provavelmente dos países vizinhos (Argentina e Uruguai). A tendência é que esse déficit aumente nos próximos 10 anos, uma vez que a expansão da área florestal não está acompanhando o ritmo de crescimento da demanda (SCHARF, 2003, p. 52-60).

Segundo dados da Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS), do Instituto Ambiental do Paraná e da Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI), são necessários, pelo menos, 500 mil hectares de florestas plantadas por ano, para suprir a demanda, que aumentará em torno de 5% ao ano, na primeira década de 2000. Entretanto, até 2002, foram plantados cerca de 250 mil hectares de florestas, contrapondo uma média, da última década, de 150 mil hectares de novas florestas plantadas anualmente.

O Estado do Mato Grosso do Sul tem sido considerado como uma região mais propícia para o reflorestamento (Scharf, 2003, p. 52-60), haja visto a presença de grandes empresas reflorestadoras, como a International Paper Ltda., localizada na região de Três Lagoas e Selvíria, com uma área de aproximadamente 80.000 ha de área reflorestada com *Eucalyptus* sp. O potencial, favorável ao reflorestamento, surge em virtude, principalmente, de áreas e florestas ainda disponíveis, de sua localização, face à proximidade dos grandes centros consumidores do país como Minas Gerais, São Paulo, Paraná, e mesmo dos países latino-americanos, uma vez que se situa na rota de mercados potenciais de toda a zona ocidental da América do Sul e costa do Pacífico, de sua condição edafo-climática e de sua rede de transporte, que abrange uma extensa malha rodoviária, ferroviária e rodo-ferroviária, além da rede hidroviária Tietê-Paraná.

O *Eucalyptus urophylla*, além de ser uma das espécies mais plantadas, com aproximadamente 600.000 ha (Ferreira, 1999, 106 p.), apresenta-se com grande interesse para as zonas tropicais úmidas. As procedências tropicais,

unesp

essencialmente, têm um grande potencial de crescimento em termos de área plantada, principalmente neste tipo de região, que apresenta déficit hídrico, em função da tolerância ao fungo causador do cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*). Além disso, a espécie apresenta boa produtividade e potencialidade de utilização para os mais diversos fins (fabricação de celulose e papel, chapas duras, serraria e produção de carvão, entre outros) (FERREIRA, 1990, p. 9-16).

Dada a importância que o *E. urophylla* representa para o reflorestamento, e principalmente para esta região, o presente trabalho teve por objetivos:

- Estimar a variabilidade genética da população base para os principais caracteres de crescimento: altura, dap, volume e forma;
- Estudar o nível de correlação genética e fenotípica entre os caracteres avaliados;
- Estimar possíveis ganhos na seleção, visando a transformação do teste de progênies em um Pomar de Sementes por Mudas e/ou fornecimento de material para a formação de um Pomar de Sementes Clonal;
- Fornecer subsídios para a continuidade do programa de melhoramento genético dessa espécie.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Classificação da espécie

O *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake é uma espécie do subgênero Symphyomyrthus, Secção Transversaria, Série Salignae, Subsérie Resiniferinae (PRYOR & JOHNSON, 1971, 112 p.). A facilidade de cruzamento com espécies da Sub-série Saligninae, fizeram com que Martin & Cossalter (1975, p. 3-14) sugerissem que a espécie pudesse ser classificada dentro desta Sub-série.

2.2. Área de ocorrência natural

O gênero *Eucalyptus* ocorre quase que exclusivamente na Austrália, com mais de 500 espécies e inúmeras procedências e variedades. O *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake é uma das poucas espécies que ocorrem naturalmente fora da Austrália, no Arquipélago da Sonda, ou seja, na Província de Nusa Tengara Timur, abrangendo as Ilhas de Timor, Flores, Adonara, Lomblen, Pantar e Alor, e, na Província das Molucas, na ilha de Wetar (Figura 1A do Apêndice) (VIEIRA & BUCSAN, 1980, p. 359-361). A zona de ocorrência varia de 7º30' a 10º S de Latitude e 122 a 127º E de Longitude. As altitudes variam do nível do mar até 2960m, corresponde a uma faixa em torno de 500 km (Martin & Cossalter, 1976a, p. 3-24), sendo que os melhores povoamentos ocorrem entre 800 e 1400m de altitude (GOLFARI & CASER, 1977, p. 1-116; GOLFARI et al., 1978, p. 1-66).

Golfari & Caser (1977, p. 1-116) relatam a importância do *Eucalyptus urophylla*, em sua zona de ocorrência natural, as ilhas de Timor, Flores, Wetar e Alor, onde em Timor (ex-Timor português), área melhor conhecida, a espécie habita em colinas e montanhas entre 400 a 2800m de altitude, com clima

que varia desde o tropical subúmido a montano úmido, com os melhores povoamentos ocorrendo entre 800 e 1400m, no andar altitudinal subtropical.

Segundo Capitani et al. (1987, p. 37-52) no Brasil todas as procedências de *Eucalyptus urophylla* da ilha de Timor, introduzidas até 1977, são de origem do ex-Timor português (a ilha de Timor apresenta-se dividida em duas regiões, o Timor indonésico e o ex-Timor português). Contudo Vieira (1983, p. 612-615) relata que no Timor indonésico ocorrem tantas ou mais procedências que no Timor português, concentrando-se estas, principalmente, nas regiões de Lelogama, Mt. Timau e Mt. Moutis, em altitudes variando de 800 a 2700m.

Em relação ao clima, a sua área de ocorrência varia do subtropical seco (região de Lelogama) a subtropical úmico (região de Mt Moutis), onde o inverno é chuvoso e a temperatura cai até 15ºC nos dias mais frios (GOLFARI et al. 1978, p. 1-66; VIEIRA & BUCSAN, 1980, p. 359-361; PINTO JÚNIOR, 1984, 164 p.). A precipitação, nesta região é influenciada pelos ventos das Monções e pela cadeia montanhosa de Timor e varia de 600 a 2500 mm, tendo de 2 a 4 meses menos de 50mm, apresentando então uma média de 1300 mm por ano (MARTIN & COSSALTER, 1976b, p. 3-22). A temperatura média varia de 20 a 30ºC, sendo que nos meses mais frios chega à 15ºC e os solos são originários de erupções vulcânicas apresentando com freqüência afloramentos rochosos (VIEIRA & BUCSAN, 1980, p. 359-361).

O *E. urophylla* S. T. Blake, nesta região, ocorre em povoamentos puros, apresentando padrões fenotípicos bem definidos e facilmente identificáveis, possuindo casca rugosa em todo o tronco, folhas lanceoladas com ponta recurvada, frutos pequenos e uniformes, e, associado ao *Eucalyptus alba* e outras espécies nativas, formando assim, "áreas de contato". Nestas "áreas de contato", que ocorrem entre as altitudes de 1000 a 1150m, a frutificação se dá simultaneamente no *E. urophylla* e no *E. alba*, bem como nos híbridos, propiciando o cruzamento entre as espécies quando próximas. O *E. alba* apresenta padrões de folhas arredondadas de tamanho variável, frutos de tamanhos variáveis também e com válvulas bastante proeminentes, casca lisa e clara. Os híbridos naturais, nas "áreas de contato" das duas espécies são identificados principalmente pelos dois tipos de casca presentes em todos os indivíduos, ou seja, casca rugosa até certo ponto do tronco e casca lisa no restante (VIEIRA & BUCSAN, 1980, p. 359-361). A grande variação das

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

características fenotípicas poderia ser a expressão da hibridação entre essas duas espécies (MARTIN & COSSALTER, 1976a, p. 3-24).

Na ilha de Flores, o *E. urophylla* aparece, em povoamentos naturais, na parte oriental (a partir de Maumere até extremidade leste) com uma extensão de aproximadamente 80 km e, no restante da ilha, é plantada em alguns locais. As altitudes variam de 300 a 1100m e a precipitação varia de 1200 a 1500mm, com 4 a 6 meses de precipitação inferior a 60mm (MARTIN & COSSALTER, 1976a, p. 3-24; VIEIRA, 1983, p. 612-615; VIEIRA & BUCSAN, 1980, p. 359-361; ELDRIDGE et al., 1994, p. 144-153). O clima é predominantemente tropical seco, sendo que o déficit hídrico aumenta na direção oeste-leste (DORAN, 1983, p. 443-449). A temperatura média mínima e máxima é de 23 e 28ºC, respectivamente (MARTIN & COSSALTER, 1976a, p. 3-24). As principais procedências são encontradas nos montes Egon, Wuko, Lewotobi e Ilimandiri (Figura 2A do Apêndice). Os solos são de origem basáltica e pouco desenvolvidos (GOLFARI & CASER, 1977, p. 1-116; SCANAVACA JUNIOR, 2001, 108 p.).

As características fenotípicas da espécie nesta ilha, diferem bastante daquelas encontradas em Timor, onde a casca e os frutos apresentam grandes variações, não sendo possível destacar indivíduos puros dos híbridos. A maioria dos indivíduos apresenta em sua parte superior do tronco casca lisa e rugosa na parte inferior. Os fustes e galhos de indivíduos em locais de grande altitude são geralmente recobertos por uma casca rugosa. Ocorre contato do *E. urophylla* com o *E. alba* entre as altitudes de 450 a 550m, dando lugar em altitudes superiores a povoamentos puros de *E. urophylla* até as altitudes de 1350 a 1450m (VIEIRA & BUCSAN, 1980, p. 359-361; VIEIRA, 1983, p. 612-615; SCANAVACA JUNIOR, 2001, 108 p.).

Segundo relato de Vieira (1983, p. 612-615), a ocorrência do *E. urophylla*, na Ilha de Adonara, restringe-se à região denominada Ileboleng, cuja altitude é de aproximadamente 1700m. Já na ilha de Lomblen há várias regiões de ocorrência do *E. urophylla,* sendo a Ileape e a Lelawerang as duas mais importantes. Na ilha de Pantar, a mais primitiva de todas, o *E. urophylla* ocorre em três regiões: a principal é a Gulmen-Palmen, ao sul da ilha. Nessa região não há povoamentos de *E. alba* e o *E. urophylla* aparece a partir de 560m de altitude. Na ilha Alor, o *E. urophylla* está disperso em manchas circundadas por espécies nativas ou *E. alba*, e as áreas de contato são bastante nítidas e características.



2.3. *Eucalyptus urophylla* no Brasil

Em revisão bibliográfica, Vieira (1983, p. 612-615) e Brasil (1983, 95 p.) citam que o *E. urophylla* está incorretamente classificado em várias regiões em que foi introduzido, uma vez que na Indonésia o *E. urophylla* é denominado de *E. alba* e o *E. alba* verdadeiro é conhecido como *Eucalyptus phatiphylla*. No jardim botânico de Bogor existem dois exemplares de *E. urophylla*, em cuja placa de identificação são caracterizados como *E. alba*. Talvez a denominação *E. alba* (híbrido de Rio Claro-SP) para o *E. urophylla*, introduzido inicialmente no Brasil, esteja associada a esse fato, uma vez que as sementes que deram origem à parcela de Rio Claro, no Horto Navarro de Andrade, tenham sido colhidas dessas duas árvores em Bogor.

2.4. Comportamento ecológico e silvicultural

O *E. urophylla* é de floresta aberta alta, de tronco com casca lisa ("smooth bark", no Brasil é chamada de "gum") e/ou rugosa ou fibrosa ("rough bark"). As árvores apresentam uma variação na altura de 30 a 60m e a penetração de luz favorece a formação de sub-bosque. A espécie apresenta fuste com boa forma e desenvolvimento silvicultural, boa qualidade de madeira para celulose, energia e serraria, com densidade básica ao redor de 0,5 g/cm^3 e lignotubérculo que é responsável por sua boa brotação. Responde ao espaçamento e adubação, apresenta bom desenvolvimento na segunda rotação, possui resistência ao déficit hídrico, é susceptível à geada, grande plasticidade e, sobretudo resistência natural ao cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*) (ZANI FILHO et al., 1986, p. 1-24; FERREIRA, 1992, p. 22-30).

Segundo Ferreira (1999, 106 p.), o *E. urophylla* é uma espécie de grande importância econômica para as zonas tropicais úmidas, sendo que as procedências de maior interesse são as tropicais. Os diversos ensaios de procedências instalados em diferentes países tropicais úmidos revelam uma grande estabilidade de respostas das procedências. Resumidamente, tem-se: 1) A procedência aceitável da ilha de Timor é proveniente de Deili, região do Remexio,

unesp

situada a uma latitude média de 800m. As demais procedências de Timor, situadas em altitudes superiores, não estão tão bem adaptadas; 2) As melhores procedências são originadas das baixas altitudes da ilha de Flores, como Mt. Egon (315-515 m) e Mt. Lewotobi (325 – 500m); 3) Existem igualmente boas procedências na ilha de Alor (Ulanu), com excelente forma de tronco; 4) As procedências das ilhas Adonara e Lomblen são vigorosas mas as árvores apresentam o tronco com forma muito ruim e 5) As procedências das ilhas Wetar e Pantar apresentam pequena adaptação e fraco desempenho.

A genética aplicada ao melhoramento das florestas tem conduzido cada vez mais o seu desempenho em melhores níveis. A associação de manejo adequado e técnicas de melhoramento, com a visão de mercados e suas tendências, tornou-se uma eficiente ferramenta para viabilizar as serrarias e garantir maior proporção de produtos sólidos com alto grau de valor agregado (VILLELA FILHO, 1996, p. 1-26).

O espaçamento é de grande importância para o desenvolvimento das árvores sob os aspectos tecnológicos, silvicultural e econômico. Pode influenciar várias características quantitativas e qualitativas interferindo significativamente na morfologia das árvores e no seu crescimento, em particular, no diâmetro, independentemente das suas características genéticas (SHIMOYANA & BARRICHELO, 1989, p. 1-22).

Nos trabalhos apresentados pelo PRODEPEF (1976, p. 1-75) e Bertoloti et al. (1980, p. 27-29), analisando várias populações em diferentes condições ecológicas, quanto ao comportamento silvicultural, concluíram que as procedências que apresentaram melhores crescimentos foram aquelas de altitude abaixo de 1200 m. Golfari (1982, p. 1-20) relata outros estudos realizados com a espécie, na região Centro-Leste brasileira, Minas Gerais e Espírito Santo, em diferentes condições climáticas e de solos, revelando que os melhores comportamentos silviculturais foram obtidos com as procedências de Mt. Egon - Flores; Dili - Timor; Aileu – Timor, provenientes das altitudes 410, 580 e 1210 m, respectivamente. O autor relata ainda que, em algumas localidades as procedências ainda competem em igualdade ou, às vezes, superando o *E. grandis* e *E. tereticornis*, ressaltando ainda que o *E. urophylla* apresenta vantagens sobre o *E. grandis*, por ser mais resistente ao cancro.



Ferreira et al. (1983, p. 151-193) relatam o bom comportamento silvicultural das procedências de baixa altitude para as regiões de Bebedouro (SP) e Luiz Antônio (SP) e Ribas do Rio Pardo (MS), sendo que as procedências de Flores e Timor revelaram-se híbridas superiores podendo ser utilizadas em programas clonais.

IPEF (1983, 218 p.), em estudo sobre o comportamento silvicultural do *E. urophylla* no Brasil, observou em vários testes de introdução, procedências e progênies instalados em diferentes locais, que a variação volumétrica foi inversamente proporcional à altitude do local de origem. Notou também que algumas procedências das ilhas de Flores e Alor apresentaram, aos três anos de idade, incrementos volumétricos superiores às testemunhas brasileiras, procedentes de Salesópolis (SP), Casa Branca (Rio Claro - SP), Camaquã (SP) e Linhares (ES) – Flores.

Golfari (1982, p. 1-20), relatando a respeito do crescimento do gênero *Eucalyptus* no estado de Minas Gerais, menciona o *E. urophylla* como uma espécie promissora, tanto em região de mata como de cerrado, principalmente as origens procedentes de baixa altitude de Flores, que competem em crescimento com o *E. grandis*, *E. tereticornis* e *E. camaldulensis.*

Ferreira & Souza (1997, 227 p.) estudaram várias características de material juvenil e adulto de 20 clones de origem híbrida. Com base nos resultados, os autores agruparam os clones em 3 grupos, sendo um o *E. urophylla* de altitude (casca rugosa/fibrosa), outro o *E. urophylla* var p*latyphylla* (casca lisa) e o terceiro grupo o híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*.

Simões & Spina-França (1983, p. 1-36) relataram que na região de Três Lagoas (MS), onde o déficit hídrico é bem acentuado, o *E. urophylla*, aos 2,5 anos, foi mais tolerante ao déficit hídrico que o *E. grandis*, e que esse, por sua vez, foi mais tolerante que o *E. saligna* em diferentes espaçamentos estudados. Essa ordem de tolerância das espécies frente à deficiência hídrica, também foi observada, na fase de mudas em viveiro, por Zani Filho et al. (1986, p. 1-24) e na fase de germinação de sementes em laboratório, por Façanha & Oliva (1983, p. 176-177), mostrando que pode existir uma correlação positiva entre as diferentes fases de crescimento para este caráter.

Krejci et al. (1986, p. 1-24), realizando estudos sobre a formação do sistema radicular de 6 espécies de eucalipto, revelaram que o sistema radicular do

unesp

E. urophylla apresenta bom volume, sendo que as raízes laterais são bem desenvolvidas, enquanto a pivotante apresenta baixo a médio índice de desenvolvimento e sensibilidade ao adensamento do solo, porém, segundo os autores, a espécie apresenta um sistema de "compensação" da raiz pivotante, que acreditam contribuir na absorção de água.

A tolerância aos ataques de pragas e doenças é uma fator importante a ser considerado no cultivo de uma espécies (ZANI FILHO et al, 1990, p. 464-471). Segundo Santos & Moura (1979, p. 362-364), avaliando a incidência de ataque do coleóptero *Psyllotoxus griseocintus*, causador do anelamento de ramos laterais e ponteiros em experimentos de várias espécies e procedências de eucalipto instalado no Distrito Federal, o *E. camaldulensis* e *E. urophylla* foram as espécies mais sensíveis ao ataque.

Zani Filho et al. (1984, p. 33-39) observaram em procedências de espécies de Anhembi-SP, a presença de árvores com perfurações no fuste à altura de dois metros. Verificou-se que se tratava de um ataque do coleóptero *Plantypus* sp. (Plantypodidae) . A avaliação preliminar do ataque em procedências de Anhembi (ex Flores), Flores, Timor e Camaquã (Rio Claro), permitiram as seguintes conclusões: 1) Existem ataques preferencial de *Platypus* sp. em relação a diferentes procedências de *E. urophylla*, com a seguinte ordem de intensidade de ataque – Timor (46 e 44%), Flores (33,3%), Anhembi, ex-Flores (26%) e Camaquã - Rio Claro (5,2%); 2) Existem evidências da resistência de origem genética ao ataque de *Platypus* sp. nas diferentes procedências de *E. urophylla*, o que deverá ser melhor estudado para aplicação em Programas de Melhoramento.

Capitani et al. (1987, p. 37-52), em estudo a respeito da resistência interespecífica de várias espécies de eucaliptos à lagarta desfolhadora *Tyrinteina arnobia*, em região de cerrado, classificou o *E. urophylla* procedente de Camaquã como uma espécie suscetível, tendo a parte inferior da copa viva toda desfolhada, sugerindo que a persistência da infestação pode levá-la ao completo desfolhamento.

Foelkel & Barrichelo (1975, p. 5-33), analisando a qualidade da madeira de treze espécies de eucaliptos para a produção de celulose Kraft branqueada, fizeram as seguintes considerações para o *E. urophylla* procedente de Timor: 1) Caracterizou-se por apresentar boas resistências à tração, estouro, rasgo e alongamento; 2) Mostrou valores baixos para volume específico, opacidade,

unesp

coeficiente de dispersão de luz e ascensão capilar; 3) Alto consumo específico; acreditando assim os autores, que se trata de uma espécie com desvantagens para a indústria de celulose e papel. Ressaltam, porém, que a madeira atualmente disponível no mercado trata-se de uma ampla variedade de híbridos e não espécie *E. urophylla* pura como foi o caso do estudo.

Zvinakevicius (1981, 17 p.), avaliando a madeira de *E. urophylla*, procedente de Rio Claro, para a produção de celulose, conclui que em função das características anatômicas da madeira, a espécie produz celulose de boa qualidade. O cozimento da espécie é fácil, com baixo teor de rejeitos e consumo de álcali. As caracterísitcas físico-mecânicas são satisfatórias, exceto no que se refere ao rasgo. A branqueabilidade da celulose é relativamente fácil, com um consumo normal de reagentes.

Scanavaca Jr. (2001, 108 p.) e Adorno (2002, 164 p.), estudaram as propriedades físico-mecânicas com perspectivas de melhoramento genético do *E. urophylla*. Seus resultados permitiram classificar a espécie como de alta resistência mecânica, exceto para a compressão que foi de média resistência, alta retratibilidade, moderadamente pesada, além de possibilitar bons ganhos genéticos com a seleção, exceto para os caracteres de conicidade e rendimento da madeira.

O potencial das florestas de eucalipto na produção de madeira para usos múltiplos foi exposto por Marsh & Burgers (1967, p. 63-74), Luckhoff (1967, p. 15-23), Malan & Hoon (1992, p. 29-35), Luz et al. (1993, p. 283-290), através do método de desbastes sucessivos "CCT" (Correlated Curve Trend), onde o principal interesse foi a produção de madeira de alta qualidade, indicada para aplicações nas indústrias de móveis e construção civil, apresentando portanto maior valor de mercado.

Os desbastes aceleram o ritmo de crescimento e este, por sua vez, promove inevitavelmente a formação de anéis mais largos que apresentam-se menos densos, pois o lenho tardio, constituído por traqueídeos de paredes mais espessas, é menos afetado pela taxa de crescimento das árvores. Há uma ligeira diminuição da densidade da madeira, que é recompensada pela maior produção de massa por unidade de área (SHIMOYAMA & BARRICHELO, 1989, p. 1-22).

A recuperação do crescimento do *Eucalyptus urophylla* depois da poda é extremamente rápida no DAP e no crescimento em altura. O incremento em altura apresentou correlação significativa com o comprimento da copa viva, enquanto que

unesp

para a altura total da árvore a correlação foi não significativa. As podas não influenciaram na conicidade das árvores dentro ou ao redor da zona podada (BREDENKAMP et al., 1980, p. 29-34).

2.5. Teste de progênies / procedências e parâmetros genéticos

a) Ensaios de progênies/procedências

Os ensaios de progênies instalados tanto a partir de sementes de polinização livre como de cruzamentos controlados representam uma das mais úteis ferramentas para o melhorista florestal. A sua utilização tem sido importante para a determinação do valor reprodutivo dos indivíduos selecionados, para a estimativa de parâmetros genéticos, para a seleção através de sua transformação em Pomares de Sementes por Mudas (KEIDING, 1974, p.165-175; MORAES, 1987, 115 p.). Matheson & Raymond (1984, p. 107-113) fazem inferências sobre testes de progênies usados para se determinar o valor dos pais em programas de melhoramento e aqueles que são utilizados para se fazer inferências sobre as progênies.

Normalmente são mensuradas todas as árvores de uma parcela em um teste de progênies, sendo que isto não apresenta muitos problemas, quando se trabalha com caracteres do tipo altura, diâmetro e volume (MORAES, 2001, 124 p.). Kung (1977, p. 117-119) considera, no entanto, que fica complicada e cara a mensuração em todas árvores da parcela quando se trabalha com caracteres do tipo: comprimento de acículas, densidade básica e composição de resina, recomendando a mensuração de apenas árvores mais desenvolvidas.

Segundo Kageyama (1980, 71 p.), os testes de progênies de polinização aberta são os que vêm sendo utilizados com maior freqüência em espécies florestais. Isto é devido à facilidade de instalação em relação aos ensaios de progênies que exigem polinização controlada. A maioria dos testes de progênies é instalado em delineamentos estatísticos (blocos casualizados ou látice), utilizando-se progênies de meios-irmãos, devido aos aspectos práticos que esse tipo de experimentação apresenta. Porém, para se obter mais informações do ponto de vista genético, cruzamentos dialélicos devem ser preferidos. Entretanto,



Wright (1976, 463 p.) considera que este aumento na precisão raramente justifica o custo adicional da instalação e condução dos testes de progênies que utilizam progênies de irmãos-germanos.

Os testes de progênies constituem parte integrante da maioria dos programas de melhoramento florestal. Na prática, eles reúnem grupos de diferentes entidades genéticas (espécie, raça, famílias ou clones) na forma de experimentos estabelecidos em um ou mais ambientes. Diferenças nas características ou performance dessas famílias são, então, atribuídas às diferenças genéticas entre famílias, cujo comportamento orientará a seleção de árvores geneticamente superiores. Adicionalmente, fornecem populações de árvores das quais uma nova geração de material será obtida através do processo de seleção recorrente (DANIELS, 1984, p. 161-165).

Thomas et al (1997, p. 309-317), trabalhando com populações de clones de *Populus tremuloides*, apresentam estimativas de parâmetros genéticos obtidos em casa de vegetação e campo, encontrando-se mais variação entre clones dentro de população do que entre populações, tanto em condições de campo com em casa de vegetação, só que a magnitude de variação nessa última condição foi maior. Assim, observa-se que os testes de progênies são conduzidos em condições de campo, mas também têm-se outras formas, sendo isso interessante na experimentação florestal dado o tempo de espera que se tem para a obtenção dos resultados.

O programa de melhoramento tradicional deve primeiro adaptar o material ao local de plantio e posteriormente aumentar a produtividade das espécies florestais e não somente atuar na variabilidade natural ainda existente, visando reduzir algumas árvores superiores com características tecnológicas desejáveis. A propagação vegetativa, seja ela macro ou micropropagação, não é um método de melhoramento, mas uma ferramenta utilizada para obter cópias de indivíduos superiores, isto é, adaptados à determinados locais (FERREIRA, 1992, p. 22-30).

Moura (1981, p. 1-22) avaliou o comportamento de algumas procedências de *E. urophylla* de uma ampla faixa altitudinal ao leste da Ilha de Timor e ilhas adjacentes, em várias localidades da região centro-leste brasileira, sob diferentes condições climáticas e solos de mata e cerrado. Os resultados encontrados permitiram concluir que, independentemente do local do teste, baixa ou alta altitude, solos de mata ou de cerrado, as procedências de baixa e média altitude

unesp

apresentaram desempenho melhor para os caracteres altura, diâmetro e sobrevivência.

Depois da reclassificação do *E. urophylla*, feita por Blake em 1973 (oficializada em 1977) e dos bons resultados das populações híbridas originárias do *Eucalyptus urophylla* de Camaquã, algumas empresas reintroduziram novos materiais da espécie uma vez que era evidente a falta de base genética no material existente no Brasil. A companhia Vale do Rio Doce, através da subsidiária Florestas Rio Doce (FRD) S.A. fez uma coleta bastante abrangente e representativa da espécie. O material genético foi testado, através de testes de procedências/progênies, em diversas regiões bioclimáticas do Brasil, graças a um convênio estabelecido entre a FRD, o IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais) e o Departamento de Ciências Florestais da ESALQ-USP. As procedências/progênies foram agrupadas e testadas em três macroprocedências, sendo uma da ilha de Flores, outra da ilha de Timor e a terceira das outras ilhas (Adonara, Alor, Lomblen, Pantar e Wetar). No Brasil a macroprocedência Flores foi melhor que as demais macroprocedências, em todas regiões testadas. Os resultados destas pesquisas para a macroprocedência Flores são descritos a seguir.

Brasil (1983, 95 p.) avaliou dois experimentos aos 4 anos de idade, um em Belo Oriente-MG e outro em Linhares-ES, sendo que nos dois locais as melhores procedências para a produtividade foram em ordem decrescente Egon e Ilegele.

Réplicas deste experimento foram avaliadas por Pinto Júnior (1984, 164 p.) em quatro locais (Anhembi-SP, Aracruz-ES, Bom Despacho-MG e Planaltina-DF) aos 0,5 anos, 1, 2 e 3 anos de idade. A análise conjunta dos ensaios aos 3 anos de idade mostrou as procedências Egon e Ilegele, como as melhores em produtividade.

Capitani et al. (1987, p. 37-52) avaliaram réplicas deste teste em Belo Oriente-MG, aos 3,5 anos de idade e também constataram que as melhores procedências em produtivadade foram Egon e Elegele.

Mori et al. (1988, p. 53-63) avaliaram réplicas deste teste em quatro locais (Aracruz-ES, Belo Oriente-MG, Bom Despacho-MG e Grão Mongol-MG), aos 7 anos de idade e na análise conjunta dos ensaios evidenciou-se a procedência de Ilegele como a melhor.

As mesmas procedências foram avaliadas por Santos et al. (1990, p. 11-19) em dois locais: Grão Mongol-MG e Linhares-ES, aos 8 anos de idade. Em Grão Mongol as melhores procedências, em produtividade, foram Ende e Aradetung e em Linhares as melhores procedências foram Lewotobi e Ilegele.

IPEF (1990, 53 p.) avaliou a produtividade no teste em Anhembi-SP, aos 10 anos de idade, concluindo que as melhores procedências foram as de Egon II e Aradetung.

A avaliação conjunta destes ensaios permitiu concluir que existe interação das procedências com os locais e da idade com o local (Tabela 1A do Apêndice).

Neste sentido, Scanavaca Júnior et al. (1990, 61 p.), avaliando diferentes espécies de *Eucalyptus* spp na FRD S.A. no Maranhão e Pará, concluíram que, o *E. urophylla* como a espécie mais adaptada. As procedências se comportaram da seguinte maneira: 1) Ilha de Timor: boa forma do fuste, menor sobrevivência e menor produtividade; 2) Ilha Flores: boa forma de fuste, maior sobrevivência e maior produtividade; 3) Outras Ilhas: forma do fuste ruim e boa sobrevivência e produtividade (pouco inferior a Ilha de Flores).

b) Parâmetros genéticos

As estimativas de parâmetros genéticos constituem a mais útil ferramenta nos estudos de caracteres de populações propiciando subsídios consistentes para o delineamento de estratégias de melhoramento genético florestal. O total desconhecimento sobre a resposta à seleção praticada para diferentes características, a responsabilidade da seleção em espécies florestais e a impossibilidade de se pensar, a curto prazo, em muitos ciclos recorrentes de seleção promoveram a alocação de significativos esforços e expansão nos estudos para determinação de parâmetros genéticos para as espécies florestais de maior importância (KAGEYAMA, 1980, 71 p.).

Os parâmetros genéticos de maior interesse ao melhorista e que freqüentemente estão envolvidos nos estudos de progênies referem-se às variâncias genéticas e seus componentes aditivos, ao coeficiente de herdabilidade, no sentido amplo e restrito, às interações genótipo x ambiente e às correlações

unesp

genéticas entre caracteres (COCKERHAM, 1963, p. 53-93; SQUILLACE, 1967, p. 7-9; TODA, 1972, p. 1-9; SHELBOURNE, 1972, p. 1-27; DAVIDSON, 1972, 263 p.; PINTO JÚNIOR, 1984, 164 p.).

A variação nos caracteres tecnológicos e silviculturais encontrados na espécie é importante, pois evidencia a existência, em grande parte, a variabilidade genotípica, fator este, essencial para promoção de ganhos genéticos nos programas de melhoramento (NAMKOONG, 1972, p. 1-7; YING & MORGENSTERN, 1979, 181-185; STEINER, 1979, p. 185-194; ZANI FILHO et al., 1990, 464-471). Dessa forma, o conhecimento da estrutura genética de populações naturais é fator preponderante para o estabelecimento de estratégias efetivas nos programas de melhoramento (PARK & FOWLER, 1982, p. 21-26). Steiner (1979, p. 185-194), ainda estabelece que, o conhecimento das prováveis causas que afetam a variabilidade genética existente, auxiliará de uma forma expressiva na compreensão das conseqüências da manipulação dessa variabilidade para o aumento da produtividade florestal.

Segundo Vencovsky (1987, p. 122-129) para se obter ganhos genéticos comparadores é necessário que a população de melhoramentos apresente indivíduos com diferentes expressões fenotípicas e genotípicas.

Em relação à herdabilidade, trata-se de um dos parâmetros mais importantes e largamente usados na genética quantitativa. A herdabilidade expressa o valor da proporção da variação na população que é atribuída às diferenças genéticas entre indivíduos. A herdabilidade é a chave das estimativas dos ganhos que podem ser obtidos a partir de programas de seleção e indica o grau de controle genético que é exercido sobre um determinado caráter (ZOBEL & TALBERT, 1984, 496 p.).

A estimativa da herdabilidade, no sentido restrito, tem sido útil na obtenção de ganhos através do emprego da seleção em métodos de melhoramento, especialmente para espécies com rotações curtas (MEIR & GOGGANS, 1977, p. 450-456).

A variação genética de árvores de *E. urophylla* selecionadas em populações naturais da Indonésia, foram estudadas por Mori et al. (1988, p. 53-63) em quatro locais, individualmente e em conjunto, visando fornecer subsídios para programas de melhoramento com a espécie. Os resultados mostraram que os coeficientes de herdabilidade em nível de média de progênies para cada local e em

conjunto para os três caracteres estudados foram maiores que os coeficientes em nível de plantas, indicando que a seleção pode ser mais efetiva em nível de média de progênies do que dentro de progênies e para cada local separadamente, do que uma seleção geral para todos os locais.

A alta seleção individual para um caráter de expressiva herdabilidade deve também ser vista com cautela, pois esta prática poderá provocar a eliminação ou perda precoce de alelos responsáveis por outros caracteres (ODA et al., 1989, p. 8-17).

O estudo da correlação entre caracteres é interessante por duas razões: em primeiro lugar é importante conhecer como o melhoramento de um caráter pode causar mudanças simultâneas em outros e em segundo lugar é a relação entre um caráter métrico e o poder adaptativo, importante na seleção natural. Por vezes, a seleção indireta é preferível à seleção direta, quando o caráter desejável é de difícil ou imprecisa medição e o caráter correlacionado apresenta medição mais fácil ou maior herdabilidade que o caráter de interesse (FALCONER, 1981, 279 p.).

Diversos trabalhos (Tabela 2A) evidenciam que as correlações genéticas aditivas e fenotípicas entre altura e dap; altura e volume são altas, acusando uma média de 0,88 e 0,94, respectivamente, para a altura e o dap e uma média de 0,84 e 0,86, respectivamente, para a altura e o volume.

Shimoyama & Barrichelo (1989, p. 1-22) relatam que, no melhoramento florestal, é de grande importância conhecerem-se as correlações genéticas e fenotípicas entre a característica a ser melhorada e as demais características da árvore, como por exemplo, densidade básica e caracteres de crescimento.

Com o objetivo de verificar a variabilidade genética, calcular as estimativas de herdabilidade e das correlações entre caracteres do *E. grandis*, Fonseca et al. (1979, p. $H_1 - H_{20}$), obtiveram para os três caracteres (altura, dap e volume das árvores), valores razoáveis para as estimativas de herdabilidade, indicando um forte controle genético para estes caracteres, possibilitando o melhoramento genético mediante seleção das melhores famílias. As estimativas dos coeficientes de correlações genotípicas e fenotípicas entre estas características foram altas, positivas e significativas e verificou-se maior influência dos componentes genéticos que ambientais.

A seleção de indivíduos superiores é uma técnica básica que o melhorista dispõe para explorar as variabilidades naturais das populações e favorecer a reprodução de indivíduos com características desejáveis (MORI et al., 1988, p. 53-63). Em espécies perenes a idade da seleção que fornece maior ganho genético possível é aquela representada pelo final da rotação ou idade de exploração da floresta (KAGEYAMA, 1983, 147 p.).

Quando se utilizam clones, cujo histórico, inclui a seleção convencional das populações reconhecidamente adaptadas às áreas ecológicas de plantio seguidas de melhoramento, testes clonais, seleções e recombinações posteriores, a continuidade da silvicultura intensiva será assegurada e os ganhos nas gerações avançadas também o serão (FERREIRA, 1992, p. 22-30).

O principal problema na seleção indireta é a independência genética entre a maioria dos caracteres das árvores florestais (ZOBEL & TALBERT, 1984, 496 p.).

Kageyama (1980, 71p.) e Pires (1984, 87 p.) revisaram profundamente os fatores que influenciam a estimativa de parâmetros genéticos, apontando as principais fontes de erro que ocorrem na sua estimação, tais como, a amostragem em populações para melhoramento, causas e efeitos de endogamia de acordo com a presença ou ausência de dominância e epistasia e também em função do tipo de cruzamento entre os progenitores. Adicionalmente, Kageyama (1980, 71 p.), fornece discussões acerca de ensaios de progênies de espécies florestais, estimativas de herdabilidade para os principais caracteres das árvores e ganhos genéticos para seleção entre e dentro de progênies.

A redução da variabilidade genética é diretamente proporcional ao grau de melhoramento de uma determinada espécie. A uniformidade genética, decorrente desse melhoramento, pode tornar o germoplasma vulnerável a mudanças ambientais e ao aparecimento de novas pragas. Assim, esforços devem ser somados visando a manutenção do patrimônio genético das espécies, como forma de garantir a utilização futura das mesmas para usos diferentes dos atuais (RESENDE & VENCOVSKY, 1990, p. 464-471).

O estudo da estabilidade e adaptabilidade é de grande importância, por fornecer informações detalhadas do desempenho de cada genótipo frente às condições ambientais. Esbrisse et al. (1997, p. 157-168) estudaram o comportamento de progênies de meios-irmãos de *E. urophylla* provenientes da ilha

de Wetar, Alor e Pantar, em 5 ambientes e obtiveram uma significativa interação das progênies com os ambientes. Na mesma linha de estudo López & Fornés (1997, p. 163-167) encontraram para o *E. grandis* (progênie de polinização aberta) comportamentos diferenciados dos materiais nos diferentes sítios, sendo a interação entre genótipos e ambientes altamente significativa.

2.6. Índices de seleção no melhoramento genético

White & Hodge (1991, p. 20-28) ponderam que o índice de seleção é o melhor método de predição teórica em relação a ganhos genéticos, sendo que a precisão pode ser melhorada substancialmente pela adição de caracteres que atendam a dois requisitos: a) estão fracamente correlacionados com caracteres indiretos já existentes no índice e fortemente correlacionados com o objetivo do valor genético; b) fortemente correlacionados com os caracteres indiretos já existentes no índice e fracamente correlacionados com o objetivo do valor genético. Cruz & Regazzi (1994, 390 p.) esclarecem que de uma maneira geral, quando se utilizam índices de seleção, o ganho sobre um caráter é reduzido, mas há compensação pela melhor distribuição de ganhos favoráveis nos demais caracteres.

Paula (1997, 74 p.), avaliando diferentes critérios de seleção, como a seleção direta e indireta; índice clássico de Smith e Hazel, com quatro diferentes pesos econômicos; índice de Pesek e Baker, em três diferentes situações; seleção combinada e seleção com base nos escores de variáveis canônicas, em seis caracteres de crescimento em famílias de meios irmãos de *E. camaldulensis*, encontrou que a seleção por índices possibilitou ganhos mais bem distribuídos em todos os caracteres avaliados, chegando a maximizar o ganho total, sem ocorrer uma perda significativa no caráter principal.

Resende (1999a, p. 589-647) relata que o sistema de índices de seleção considera simultaneamente todos os caracteres de interesse, gerando uma variável adicional que resulta da ponderação dos caracteres através de coeficientes calculados com base nas herdabilidades, em valores econômicos relativos e em correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres. A construção de índices de seleção baseia-se em equações de regressão múltipla, que permitem predizer o valor genético ou genotípico global dos indivíduos, os quais são funções lineares dos

valores genéticos ou genotípicos associados a cada caráter. Portanto, os índices de seleção são teoricamente mais eficientes que os outros sistemas de seleção. Resende (1999b, 434 p.) enfatiza que no Brasil para situações de dados balanceados, a seleção de indivíduos tem sido realizada pelo método índice multi-efeitos, apresentado por Resende & Higa (1994, p. 37-55), o qual tem apresentado superioridade em relação às várias formas de seleção combinada apresentadas por BUENO FILHO (1992, 96 p.) e PIRES (1996, 116 p.). Tal índice é o procedimento ótimo de seleção para situações de dados balanceados, uma vez que considera todos os efeitos aleatórios do modelo estatístico associado ao delineamento experimental de blocos ao acaso com várias plantas por parcela (MORAES, 2001, 124 p.).

A literatura reporta vários índices de seleção, oferecendo diferentes alternativas, que resulta também em diferentes ganhos, identificando, assim, de forma rápida aqueles materiais genéticos de maior interesse para o melhorista. Quando se utiliza um índice de seleção deve-se estar atento para o ganho que se obterá na seleção e com a base genética que pretende manter em seu programa de melhoramento.

unesp

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

As sementes das 64 progênies de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake que constituíram este ensaio são provenientes da Estação Experimental do IPEF/ESALQ/USP localizada em Anhembi – SP, oriundas de uma população de florescimento precoce de Área de Coleta e Área de Produção de sementes da Ripasa S/A Celulose e Papel, envolvendo as procedências de Salesópolis-SP (origem Flores), Anhembi-SP (origem Flores e Timor) e Avaré-SP (origem Timor),conforme citado por ZANI FILHO et al. (1990 p. 464-471).

O experimento foi instalado no município de Selvíria – MS a uma latitude de 20º20'S, longitude de 51º23'W e altitude de 370 metros. O clima do local é do tipo Aw, pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de 24,5ºC, precipitação média anual de 1.232,2 mm, umidade média anual de 64,8% e insolação média de 7,3 horas/dia (HERNANDEZ et al., 1995, 45 p.).

O solo classificado por Demattê (1980, 114 p.) e reclassificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999, 412 p.), é LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, a moderado, hipidistrófico, álico, caulinítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido.

3.2. Métodos

3.2.1. Instalação do ensaio

O ensaio foi instalado em 17 de março de 1992, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia – Câmpus de Ilha Solteira – da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, localizada em Selvíria-MS.

O delineamento foi o látice 8 x 8, quíntuplo, parcialmente balanceado. As parcelas foram lineares com 8 plantas, ao espaçamento de 3,0 x 3,0 metros. Uma bordadura dupla, circundando todo o ensaio, foi utilizada. Um croqui do experimento no campo está apresentado no Apêndice.

3.2.2. Coleta de dados

A coleta de dados, no experimento, foi realizada no mês de março de 2002, aos 10 anos de idade. No presente trabalho, analisaram-se os seguintes caracteres, de todas as plantas da parcela, tomadas individualmente, a) diâmetro à altura do peito (dap) em cm; b) altura da planta (H) em m; c) volume cilíndrico (Vol) em m^3/árvore e d) forma do fuste das árvores (For), sendo obtida com base em uma escala de notas, citada na Tabela 3A. Para efeito de análise estatística, os dados, obtidos para forma, foram transformados em $\sqrt{x}$.

A avaliação dos caracteres foi efetuada conforme esquemas usuais para altura e DAP, utilizando-se "digital hypsometer – forestor vertex" para o primeiro caráter e paquímetro florestal para o segundo (Figuras 3A a 7A do Apêndice).

O caráter sobrevivência foi obtido pela contagem do número de plantas vivas para cada parcela em termos percentuais, em relação ao número total de plantas que deveria conter dentro da parcela. Para efeito de análise estatística, os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

3.2.3. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos

A análise de variância, para cada um dos caracteres analisados, em nível de média de parcelas, foi realizada, segundo o esquema em látice proposto por Cochran & Cox (1981, 661 p.), sendo que o modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ijqu} = m + r_j + b_{q(j)} + t_i + e_{ij(q)} + d_{u(ijq)}$$

onde: Y_{ijqu} é a observação na árvore u, do tratamento i, no bloco q da repetição j; m é a média geral; t_i é o efeito do tratamento i, com i = 1, 2, ..., t, onde $t = k^2$; $b_{q(j)}$ é o

efeito do bloco q, dentro da repetição j, com q = 1, 2,...,b; r_j é o efeito da repetição j, com q = 1, 2,...,r; $e_{ij(q)}$ é o efeito do erro intrabloco; $d_{u(ijq)}$ é o efeito dentro de parcelas.

A estrutura simplificada da análise de variância em látice, para cada caráter analisado, na obtenção das estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas, em nível de média de progênies, é apresentado na Tabela 1.

Para efeito das estimativas da eficiência do látice (ELAT), utilizou-se a seguinte fórmula:

$$ELAT = \frac{EDBC \ .100}{EEF}$$

onde: EDBC: Estimativa da variância do erro se o experimento fosse conduzido como blocos casualizados; EEF: erro efetivo obtido na análise em látice, conforme MIRANDA FILHO (1978, p. 620-650).

TABELA 1. Esquema da análise de variância utilizada para cada caráter, em progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake.

F.V.	G.L.	Q.M.	E.(Q.M.)
Repetição	**(r – 1)**	Q_r	$(1/\overline{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + p\sigma_b^2$
Progênie	**(k^2- 1)**	Q_p	$(1/\overline{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$
Erro Efetivo	**(k-1).(rk-k-1)**	Q_e	$(1/\overline{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$
Variância dentro	$\sum_{pr}^{--}(n-1)_{pr}$	Q_d	σ_d^2

onde: QM: quadrado médio; E(QM): esperança do quadrado médio; k^2= p: número de tratamento (progênies); r: número de repetições; $\overline{n}$: média harmônica do número de plantas por parcela; σ_e^2: variância devida ao erro entre parcelas; σ_d^2: variância dentro das parcelas; σ_p^2: variância entre progênies e σ_b^2: variância entre repetições.

unesp

Para obtenção das estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos para os caracteres quantitativos analisados, em nível de média de parcelas, considerou-se os trabalhos de Kageyama (1980, 71 p.) e Vencovsky & Barriga (1992, 486 p.), sendo que a variância dentro de parcelas foi estimada fora da análise de variância, conforme Geraldi (1977, 103 p.). Assumindo-se que todas as famílias são constituídas de progênies de meios-irmãos, portanto a variância entre progênies continha um quarto da variância genética aditiva (FALCONER, 1981. 279 p.). Essa interpretação ignora o fato da possibilidade de haver algumas progênies de autofecundação ou de irmãos-germanos. Tal observação foi feita por Magnussen (1993, p. 258-266), sendo que atualmente ela deve ser levada em consideração principalmente quando dispõe de dados fornecidos por marcadores moleculares. Porém, como o presente trabalho não possui este tipo de informação foi assumido a colocação feita por FALCONER (1981, 279 p.). Assim, foram obtidos os seguintes parâmetros genéticos:

a) Estimativa da média harmônica do número de plantas por progênies:

$$\overline{n} = \frac{P}{\sum_{i=1} 1/x_i} .$$

onde: P é o número de parcelas totais e x_i é o número de plantas dentro das parcelas

b) Estimativa da variância entre blocos $\left(\hat{\sigma}_b^2\right)$: $Q_r = \left(1/\overline{n}\right)\hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + p\hat{\sigma}_b^2$ $\therefore$

$$\hat{\sigma}_b^2 = \frac{Q_r - Q_e}{p}$$

c) Estimativa da variância do erro $\left(\hat{\sigma}_e^2\right)$: $Q_e = \left(1/\overline{n}\right)\hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2$ $\therefore$ $\hat{\sigma}_e^2 = Q_e - \left(1/\overline{n}\right)\hat{\sigma}_d^2$

d) Estimativa da variância entre progênies $\left(\hat{\sigma}_p^2\right)$: $Q_p = \left(1/\overline{n}\right)\hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + r\hat{\sigma}_p^2$ ∴

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{Q_p - Q_e}{r}$$

e) Estimativa da variância aditiva $\left(\hat{\sigma}_A^2\right)$: $\hat{\sigma}_A^2 = 4\hat{\sigma}_p^2$

f) Estimativa da variância fenotípica, em nível de parcela $\left(\hat{\sigma}_F^2\right)$: $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2$

g) Estimativa da variância fenotípica média $\left(\hat{\sigma}_{\overline{F}}^2\right)$: $\hat{\sigma}_{\overline{F}}^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{\overline{nr}}$ ∴

$$\hat{\sigma}_{\overline{F}}^2 = \frac{Q_p}{r}$$

h) Estimativa da correlação devida ao ambiente comum da parcela $\left(\hat{C}^2\right)$:

$$\hat{C}^2 = \hat{\sigma}_e^2 / \hat{\sigma}_F^2$$

i) Coeficiente de variação dentro de parcelas $\left(CV_d\right)$: $CV_d = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_d^2}}{\overline{x}}$

j) Coeficiente de variação genética $\left(CV_g\right)$: $CV_g = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_P^2}}{\overline{x}}$

l) Coeficiente de variação do erro $\left(CV_e\right)$: $CV_e = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_e^2}}{\overline{x}}$

m) Coeficiente de variação experimental $\left(CV_{exp}\right)$: $CV_{exp} = \frac{100\sqrt{Q_3}}{\overline{x}}$

n) Coeficiente de variação fenotípica $\left(CV_F\right)$: $CV_F = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_F^2}}{\overline{x}}$

o) Coeficiente de variação fenotípica média $\left(CV_{\overline{F}}\right)$: $CV_{\overline{F}} = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_{\overline{F}}^2}}{\overline{x}}$

unesp

p) Coeficiente de herdabilidade, em nível de plantas $\left(\hat{h}^2\right)$: $\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_P^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2}$ ∴

$$\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_F^2}$$

q) "Quociente de seleção" (b) – VENCOVSKY (1987, p. 122-129): $\hat{b} = \frac{CV_g}{CV_{exp}}$

r) Coeficiente de herdabilidade, em nível de média de parcelas $\left(\hat{h}_m^2\right)$:

$$\hat{h}_m^2 = \frac{(1/4)\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{\bar{n}r}} \quad \therefore \quad \hat{h}_m^2 = \frac{(1/4)\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2}$$

s) Coeficiente de herdabilidade, em nível de plantas dentro de parcelas $\left(\hat{h}_d^2\right)$:

$$\hat{h}_d^2 = \frac{(3/4).\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2}$$

Após as análises de variâncias individuais, foram realizadas análises de covariâncias entre as variáveis, conforme o esquema abaixo:

FV	QM_x	QM_y	QM_{x+y}	PM	E (PM)
PROG	Q_{px}	Q_{py}	$Q_{p(x+y)}$	PM_P	$(1/\bar{n})COV_d + COV_e + rCOV_P$
ERRO	Q_{ex}	Q_{ey}	$Q_{e(x+y)}$	PM_E	$(1/\bar{n})COV_d + COV_e$
DENTRO	-	-	-	PM_D	COV_d

Obs: x e y são os caracteres que estão sendo analisados.

a) Produto médio de tratamentos (progênies) (PM_P): $PM_P = \frac{QM_{P(x+y)} - QM_{Px} - QM_{Py}}{2}$

b) Produto médio do erro (PM_E): $PM_E = \frac{QM_{e(x+y)} - QM_{ex} - QM_{ey}}{2}$

c) Estimativa da covariância entre progênies $(\hat{COV}_{P(x,y)})$: $\hat{COV}_{P(x,y)} = \frac{PM_p - PM_E}{r}$

d) Estimativa da covariância fenotípica média $(\hat{COV}_{\bar{F}(x,y)})$:

$$\hat{COV}_{\bar{F}(x,y)} = \hat{COV}_p + \frac{\hat{COV}_e}{r} + \frac{\hat{COV}_d}{\bar{n}r} \quad \therefore \quad \hat{COV}_{\bar{F}(x,y)} = \frac{PM_p}{r}$$

e) Estimativa da covariância genética aditiva entre x e y $(\hat{COV}_{A(x,y)})$:

$$\hat{COV}_{A(x,y)} = 4\hat{COV}_p$$

f) Estimativa da correlação genética aditiva entre x e y $(r_{A(x,y)})$:

$$r_{A(x,y)} = \frac{\hat{COV}_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{Ax}\hat{\sigma}^2_{Ay}}}$$

g) Estimativa da correlação fenotípicas, em nível de média de progênies $(r_{\bar{F}(x,y)})$:

$$r_{\bar{F}(x,y)} = \frac{\hat{COV}_{\bar{F}(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{\bar{F}x}\hat{\sigma}^2_{\bar{F}y}}}$$

As estimativas dos progressos genéticos na seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, transforma o teste de progênies em "Pomar de Sementes por Mudas" (KEGEYAMA, 1980, 71 p.). A expressão utilizada para este cálculo foi:

$$\hat{G}_s = \frac{k_1(1/4)\hat{\sigma}^2_A}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{\bar{F}}}} + \frac{k_2(3/4)\hat{\sigma}^2_A}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_d}}$$

onde: k_1 (30%)e k_2 (12,5%): intensidade de seleção entre e dentro de progênies, respectivamente; $\hat{G}_s$: progresso esperado na seleção entre e dentro; σ^2_A: variância

aditiva; $\sigma^2_{\bar{F}}$:variância fenotípica de média de progênies; σ^2_d: variância dentro de progênies.

A resposta correlacionada para o caráter x, quando a seleção é realizada no caráter y, com seleção entre, nos dois sexos, 30%,(k_1 = 1,16) e, seleção dentro, nos dois sexos, 12,5% (k_2 = 1,42). Sendo as expressões utilizadas, para esses cálculos:

a) Modificação genética na média de x, selecionando-se y.

$$\hat{R}C_{x,y} = \frac{k_1 (1/4) C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{\bar{F}(y)}}} + \frac{k_2 (3/4) C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{d(y)}}}$$

b) Modificação genética na média de y, selecionando-se x:

$$\hat{R}C_{y,x} = \frac{k_1 (1/4) C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{\bar{F}(x)}}} + \frac{k_2 (3/4) C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}^2_{d(x)}}}$$

3.2.4. Seleção entre e dentro de progênies e pelo método do índice multi-efeitos

Foi estimado um ganho na seleção entre (30%) e dentro (12,5%) das progênies, sendo as estimativas do ganho na seleção obtidas da seguinte forma:

$$\hat{G}_s = ds_1 \hat{h}^2_m + ds_2 \hat{h}^2_d$$

onde: ds_1 = diferencial de seleção entre progênies; ds_2 = diferencial de seleção dentro de progênies; sendo $ds_1 = \overline{X}_{si} - \overline{X}_{01}$, sendo $\overline{X}_{si}$ = média selecionada e $\overline{X}_{01}$ = média original.

A seleção entre e dentro das progênies (seleção individual) leva em consideração apenas duas fontes de informação: o desvio do valor individual em relação à média da família no bloco e o desvio da média de famílias em relação à média geral do teste (RESENDE & HIGA, 1994, p. 37-55). Assim, esses autores desenvolveram o Índice Multi-efeitos (IME), que considera quatro coeficientes de ponderação: b_1, b_2, b_3 e b_4, correspondendo às herdabilidades associadas aos efeitos de indivíduo dentro de parcelas ($\hat{h}^2_d$), de família ($\hat{h}^2_m$), de parcela ($\hat{h}^2_p$) e blocos ($\hat{h}^2_b$). Desse modo, a expressão do IME assume a seguinte forma:

$$\hat{I} = \hat{h}^2_d.(Y_{ijk}) + (\hat{h}^2_p - \hat{h}^2_d)\overline{Y}_{ij.} + (\hat{h}^2_b - \hat{h}^2_p)\overline{Y}_{.j.} + (\hat{h}^2_m - \hat{h}^2_p)\overline{Y}_{i..} + (\hat{h}^2_p - \hat{h}^2_b - \hat{h}^2_m)\overline{Y}_{...}$$

onde:

Y_{ijk} : valor individual;

$\overline{Y}_{...}$: média geral do ensaio;

$\overline{Y}_{i..}$: média da família no ensaio;

$\overline{Y}_{ij.}$: média da família em determinado bloco (média da parcela);

$\overline{Y}_{.j.}$: média do bloco.

As estimativas dos coeficientes de ponderação b_1, b_2, b_3 e b_4, estão relacionadas a seguir:

$$\hat{b}_1 = \hat{h}^2_d = \frac{(3/4)\hat{\sigma}^2_A}{\hat{\sigma}^2_d} \qquad \hat{b}_2 = \hat{h}^2_m = \frac{[(3+\overline{n}\,b)/(4\,\overline{n}\,b)]\hat{\sigma}^2_A}{\hat{\sigma}^2_p + \frac{\hat{\sigma}^2_e}{b} + \frac{\hat{\sigma}^2_d}{\overline{n}\,b}}$$

$$\hat{b}_3 = \hat{h}_p^2 = \frac{[3/(4\,\bar{n})]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_e^2 + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{\bar{n}}} \qquad \hat{b}_4 = \hat{h}_b^2 = \frac{[3/(4\,\bar{n}\,p)]\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_b^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{p} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{\bar{n}\,p}}$$

onde: b = número de blocos; p = número de progênies e $\bar{n}$ = média harmônica do número de plantas por parcela.

No referido trabalho, o índice multi-efeitos foi estimado para todos os indivíduos do teste de progênies, sendo selecionado, com base neste índice, o mesmo número de indivíduos que seriam selecionados no ganho da seleção entre e dentro de progênies, que no presente caso corresponde a cem indivíduos.

Procurando fornecer uma idéia do tamanho efetivo populacional (N_e), do número efetivo de famílias selecionadas (N_{ef}) e da diversidade genética (D), foram feitas as seguintes afirmativas, com base em Resende (2002, 975 p.), para as duas condições:

a) Seleção entre e dentro de famílias:

$$N_e = (4N_f k_f)/(k_f + 3)$$

onde: N_f = número de famílias selecionadas; k_f = número de indivíduos selecionados por família.

b) Seleção pelo IME:

$$N_e = (4N_f k_f)/\left[\bar{k}_f + 3 + \left(\sigma_{kf}^2 / \bar{k}_f\right)\right]$$

onde: $\bar{k}_f$ = número médio de indivíduos selecionados por família; σ_{kf}^2 = variância do número de indivíduos selecionados por família.

Já a diversidade genética (D) após a seleção pode ser quantificada, conforme Wei & Lindfren (1996), citado por RESENDE (2002, 975 p.):

$$D = N_{ef}/N_{fo}\text{ , onde: } 0 < D \leq 1,$$

sendo: N_{fo} = número original de famílias, que no presente trabalho corresponde a 64 (progênies do teste); N_{fe} = número efetivo de famílias selecionadas, sendo dado por:

$$N_{ef} = \left(\Sigma k_f\right)^2 / \Sigma k_f^2$$

Assim, uma estimativa de D próxima a zero indica a quase extinção da variabilidade genética contida na população formada por N_{fo} famílias. Já uma estimativa de D próxima a 1 indica a quase manutenção da variabilidade total da população de referência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de variância

Os resultados do desenvolvimento das progênies em altura, dap, volume e forma encontram-se na Tabela 2.

Durante o período do experimento, encontrou-se um expressivo desenvolvimento para os caracteres dap, altura e volume cilíndrico, apresentando respectivamente uma média de 19,51 cm, 27,20 m e 1,03 m^3/árvore. Quanto ao incremento médio anual (I.M.A), para os caracteres altura e dap obteve-se os valores de 2,72 m, 1,95 cm, respectivamente, aos dez anos de idade, salientando-se que o desenvolvimento apresentado, tanto em altura como dap, é superior ao registrado por Mori et. al (1988, p. 53-63) para *E. urophylla*, que encontraram estimativas do I.M.A., numa média para quatro localidades, de 2,21 m e 1,73 cm, aos 7 anos de idade, respectivamente para a altura e dap, o que possibilita evidenciar a boa qualidade do material.

Observa-se na literatura, uma estimativa média para o dap, que Pásztor et al. (1990, p. 421-425), analisando o desenvolvimento de várias procedências de *E. urophylla* obtiveram, aos sete anos de idade, o valor médio entre as progênies de 16,96 cm. Mori et al. (1988, p. 53-63) obtiveram valor para o *E. urophylla*, aos 7 anos de idade, de 12,10 cm. Santos et al. (1990, p. 11-19), trabalhando com populações de *E. urophylla*, aos oito anos de idade, encontraram uma estimativa média de 13,20 cm. Sacco & Mori (2002 "CD ROOM") encontraram valores médios, aos oito anos de idade em progênies de polinização livre, 10,70 cm , para o caráter dap e, 15,08 m, para o caráter altura. Esses resultados são condizentes com os dados obtidos no presente estudo.

Com relação ao volume cilíndrico (m^3/árvore), Mori et al. (1988, p. 53-63), trabalhando com várias procedências de *E. urophylla*, aos 7 anos de idade, apresentaram um valor médio de 0,226. Scanavaca Júnior (2001, 108 p.), obteve um valor de 1,94 m^3/árvore, com a mesma espécie aos dezenove anos de idade.

unesp

O experimento apresentou um expressivo índice de sobrevivência, aos dez anos de idade (65,45%), o que enfatiza uma boa condução da pesquisa quanto ao manejo e condições favoráveis de adaptação da espécie à região de estudo, fato este também relatado por Simões & Spina-França (1983, p. 1-36).

A forma do fuste foi avaliada, baseando-se em um critério de notas, variando de 1 a 5 (Tabela 3A do apêndice) e verificou-se que para este caráter, obteve-se uma média geral de 2,6, constatando-se dessa forma que a média se apresenta próxima do valor aceitável (três).

Os resultados encontrados para os valores do coeficiente de variação experimental (CV_{exp}) mostraram uma maior precisão para o caráter forma, vindo a seguir os caracteres de crescimento: dap, altura e volume cilíndrico. Esta mesma tendência entre os caracteres (dap, altura e volume) foi apresentada por Moraes (1987, 115 p.) para o *E. grandis*, aos sete anos de idade, com relação aos caracteres de crescimento (altura, dap e volume cilíndrico). Scavanaca Júnior (2001, 108 p.) observa também uma maior precisão para o caráter altura, seguido do dap e volume, em *E. urophylla* aos dezenove anos de idade.

As eficiências do látice não apresentaram valores superiores a 110%, limite este recomendado por Miranda Filho (1978, p. 620-650), para o ajuste de totais de tratamentos e do quadrado médio ao erro efetivo. Patinõ-Valera & Kageyama (1995, p. 61-76) relataram a comparação da análise de variância individual do látice e do bloco ao acaso de um teste de progênies de *E. saligna* para os caracteres altura, dap, área basal, volume cilíndrico e forma do tronco, observando que o látice apresentou maior eficiência do que blocos ao acaso, permitindo assim uma maior precisão na determinação dos parâmetros analisados, considerando que nessas comparações não se considerou o fator idade nas determinações. Tal fato, também foi observado por Moraes (1987, 115 p.), trabalhando com *E. grandis*, aos sete anos, onde as eficiências do látice, para os caracteres de crescimento, mostraram-se inferiores a 110%, em sua maioria.

Os valores do teste F para o efeito de progênies, apresentaram significância para os caracteres de crescimento, dap, altura e volume cilíndrico, evidenciando assim, as variações genéticas entre as progênies, exceto para o caráter forma, que não apresentou significância pelo Teste F. Desse modo, a variabilidade demonstrada é condição essencial para a continuidade do programa de melhoramento genético da espécie e, pode ser efetivamente melhorada.

unesp

TABELA 2. Resultado das análises de variâncias para os caracteres diâmetro à altura do peito (DAP), altura (H), volume cilíndrico (Vol), forma do fuste (For) e sobrevivência (Sob) em um teste de progênies de *Eucalyptus urophylla*, no município de Selvíria-MS, aos 10 anos.

Caracteres	Média (prog)	CV_{exp} (%)	F (prog)	E.LAT. (1) (%)
DAP (cm)	19,51	14,99	2,045**	100,08
H (m)	27,20	11,17	1,900**	101,03
Vol (m^3/árv)	1,03	31,67	2,309**	100,34
For(2)	1,62	8,59	1,344ns	100,47
Sob (%) (3)	8,34	13,41	2,221**	100,32

(1) Eficiência do látice; (2) dados transformados em $\sqrt{x}$; (3) dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$; CV_{exp} = coeficiente de variação experimental; (**) valores do Teste F, para efeito de progênies, significativos em nível de 1% de significância.

4.2. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos

As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas pelo método dos momentos, sendo que os respectivos quadrados médios são apresentados na Tabela 4A do Apêndice.

As estimativas das variâncias dentro ($\hat{\sigma}_d^2$), do erro ($\hat{\sigma}_e^2$), genética entre famílias ($\hat{\sigma}_p^2$), genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$), fenotípica em nível de médias ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$) e a média harmônica do número de plantas por parcela são apresentadas na Tabela 5A do apêndice.

As estimativas da variância foram calculadas para se conhecer os coeficientes de variação de cada uma delas, assim como também as herdabilidades e ganhos na seleção dos caracteres estudados.

As estimativas dos coeficientes de variação, tanto genético como fenotípicos, a estimativa da correlação devida ao ambiente comum da parcela ($\hat{C}^2$), e do quociente $\hat{b}$ são apresentados na Tabela 3.

Considerando os caracteres dap, altura e volume cilíndrico, de maneira geral, a altura das plantas apresenta os menores coeficientes de variação, sendo que o volume cilíndrico apresenta os maiores valores. Os coeficientes de variação fenotípica dentro de progênies (CV_d) apresentaram-se aproximadamente três vezes maiores que os coeficientes de variação fenotípica em nível de médias de progênies $(CV_{\bar{F}})$. Esse fato sugere que, para o *E. urophylla*, a estratégia de seleção de indivíduos superiores, dentro de progênies, deve ser conduzida com maior índice de seleção dentro das progênies, o que também é observado na análise da Tabela 6. Mori et al. (1988, p. 53-63) relataram as mesmas evidências para o *E. urophylla*, aos sete anos de idade.

Moraes (1987, 115 p.), em estudos feitos com o *E. grandis*, obteve estimativas do coeficiente de variação genética, para os caracteres altura (3,57% a 15,19%), dap (4,14% a 24,13%), e volume (9,22% a 62,37%), os quais correspondem aos estabelecidos neste presente trabalho. Tolfo (2003, 50 p.), trabalhando na seleção precoce de um teste clonal de *Eucalyptus* spp., aos 80 meses, observou os valores para estimativas do coeficiente de variação para altura de 19,3%, para o dap de 20,9% e para o volume cilíndrico de 32,9%. A adoção de eficientes estratégias de melhoramento genético, depende sobretudo, da utilização de acurados métodos de seleção. Dessa forma, a comparação entre métodos conduzirá à maximização do progresso genético da espécie.

Em relação à correlação devida ao ambiente comum da parcela, verifica-se que as estimativas apresentaram-se nulas para os caracteres altura (H) e volume cilíndrico (Vol). Já os caracteres dap (0,72%) e forma (4,34%) ficaram abaixo de 15%, valor preconizado por Resende (2002, 975 p.) como uma boa estimativa de $\hat{C}^2$, pois nesse caso, 15% de variação fenotípica total é devida à variação ambiental entre parcelas. Portanto, as estimativas apresentadas para os caracteres dap, altura, volume e forma são expressivas.

A relação entre os coeficientes de variação genética e experimental apresentou valores maiores para o volume cilíndrico ($\hat{b}$=0,51), seguido do dap e

altura, o que sugere, segundo Vencovsky (1987, p. 122-129), o caráter mais indicado para a seleção. Porém, deve-se considerar as dificuldades na obtenção desta estimativa e os erros associados à mesma. Assim, Sampaio et al. (2000a, p. 2243-2253), trabalhando com índice multi-efeito em *Pinus caribaea*, considera que a seleção de árvores, visando maximizar o ganho genético em volume, deverá ser baseada no dap, em virtude dos elevados coeficientes de correlação genética aditiva e dos baixos desvios padrões entre este caráter e o volume.

TABELA 3. Estimativas do coeficiente de variação dentro de progênies (CV_d), genética (CV_g), do erro entre progênies (CV_e), fenotípica, em nível de plantas (CV_F), fenotípica, em nível de médias $(CV_{\bar{F}})$, correlação devida ao ambiente comum da parcela $(\hat{C}^2)$ e a relação entre os coeficientes de variação genética e experimental ($\hat{b} = CV_g/CV_{exp}$), para os caracteres em um teste de progênies de *Eucalyptus urophylla*, aos 10 anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	CV_d (%)	CV_g (%)	CV_e (%)	CV_F (%)	$CV_{\bar{F}}$ (%)	$\hat{b}$	$\hat{C}^2$ (%)
DAP (cm)	33,10	6,86	2,88	33,93	9,59	0,46	0,72
H (m)	25,23	4,74	**nc**	25,65	6,89	0,42	0,0
Vol (m^3/árv)	73,65	16,20	**nc**	74,95	21,52	0,51	0,0
For(1)	17,68	2,25	3,80	18,23	4,46	0,26	4,34

(1) dados transformados em $\sqrt{x}$; (**nc**) Não foi possível de ser estimado devido à presença de variância negativa.

A Tabela 4 contém as estimativas de herdabilidade no sentido restrito, em nível de plantas $(\hat{h}^2)$, em nível de média $(\hat{h}^2_m)$, e dentro de parcelas $(\hat{h}^2_d)$, para os diferentes caracteres em análise.

As estimativas de herdabilidade foram realizadas considerando-se a existência de uma relação de meios-irmãos para as progênies estudadas e desprezível a ocorrência de endogamia, condição indispensável preconizada por VENCOVSKY (1987, p. 122-129). Eldrige (1977, p. 21-27) cita que nas populações de *Eucalyptus* há predominância de alogamia; porém Van Wyke (1977), citado por Kageyama (1980, 71 p.), relata a ocorrência de uma taxa significativa de auto-fecundação. Portanto, se houver a ocorrência de endogamia, as estimativas poderão estar superestimadas, porém, a ordem das magnitudes para as herdabilidades não seria alterada.

Os coeficientes de herdabilidade, em nível de média de progênies, foram maiores que os coeficientes em nível de plantas, indicando que a seleção pode ser mais efetiva em nível de média de progênies que dentro de progênies, ou seja, a seleção com base em famílias deve ser mais efetiva que dentro de famílias (KRIEBEL et al., 1972, p. 44-48; COTTERILL & ZED, 1980, p. 167-177; MORI et al., 1988, p. 53-63).

Os coeficientes de herdabilidade médios obtidos, em ordem decrescente de valor, são o volume cilíndrico, 0,56; o dap, 0,51e a altura, 0,47. Quando comparadas as estimativas de herdabilidade aos dados de literatura, observa-se que apresentam valores levemente superiores à média encontrada por vários autores. Tolfo (2003, 50 p.) observou valores semelhantes com relação à ordem estabelecida neste trabalho para clones de *Eucalyptus* spp. aos 80 meses, onde o volume cilíndrico (0,87) apresentou-se com maior herdabilidade, seguido do dap (0,78) e altura (0,68). Já Mori et al. (1988, p. 53-63), trabalhando com *E. urophylla*, aos sete anos de idade, encontraram o maior coeficiente de herdabilidade, em nível de média de progênies, no caráter altura (0,60), seguido do dap (0,52) e volume (0,48). De forma similar, as estimativas do volume, comparadas aos dados de literatura, mostraram-se, também levemente superiores à média encontrada por vários autores.

Moraes (1987, 115 p.) observou no *E. grandis*, aos sete anos de idade, estimativas de herdabilidade média para o caracter volume, na ordem de 0,34. Já SANTOS et al. (1990), trabalhando com *E. urophylla*, aos oito anos de idade, encontraram estimativas de herdabilidade para volume, em nível de média de família, variando de 0,26 a 0,49. Kageyama (1983, 147 p.) encontrou estimativas de

herdabilidade, para volume, na ordem de 0,10. Patiño-Valera (1986, 211 p.) encontrou estimativas de herdabilidade, para volume, variando de 0,10 a 0,15.

Verificou-se que as estimativas de herdabilidade para os caracteres altura e dap, ficaram no intervalo observado pelos dados médios da literatura. Scavanaca Junior (2001, 108 p.), trabalhando com o *E. urophylla*, aos dezenove anos de idade, mostrou que as estimativas de herdabilidade média para os caracteres dap e altura foram de 0,56 e 0,77, respectivamente. Pinto Júnior (1984, 164 p.), trabalhando com *E. urophylla*, aos 36 meses, encontrou estimativas de 0,24 para o dap e 0,36 para altura. Já Kageyama (1980, 71 p.) encontrou estimativas de herdabilidade, para dap e altura, na ordem de 0,15 e 0,26, respectivamente, em *E. grandis*, aos dois anos de idade. Assis et al. (1983, p. 165-167), trabalhando com o *E. paniculata*, observaram estimativas de herdabilidade para os caracteres dap e altura, aos três anos, 0,20 e 0,15, respectivamente. As herdabilidades determinadas pelo método de polinização livre para *Eucalyptus* spp. variaram de 0,20 a 0,52 para altura, conforme Borges (1980, 42 p.) e Patiño-Valera (1986, 211 p.); 0,14 a 0,52 para o dap, também encontrado pelos mesmos autores.

Assim, de uma maneira geral, verificou-se que as estimativas encontradas no presente trabalho para a herdabilidade foram superiores para o volume, enquanto que, as estimativas encontradas para o dap e a altura apresentam-se semelhantes aos dados médios da literatura.

As herdabilidades determinadas pelo método de polinização aberta para *Eucalyptus* spp. variaram de 0,20 a 0,52 para altura, conforme Borges (1980, 42 p.) e Patiño-Valera (1986, 211 p.); 0,14 a 0,52 para o dap, também encontrado pelos mesmos autores; 0,10 a 0,15 para o volume cilíndrico, sendo ambos os resultados de Patiño-Valera (1986, 211 p.). Deve-se levar em consideração que, nessas comparações não se enfatizaram as idades das determinações, conforme é ressaltado por Zobel (1961, p. 65-70).



TABELA 4. Estimativas do coeficiente de herdabilidade no sentido restrito em nível de plantas individuais $(\hat{h}^2)$, em nível de médias $(\hat{h}_m^2)$, em nível de plantas dentro de progênies $(\hat{h}_d^2)$, para os caracteres de crescimento em um teste de progênies de *Eucalyptus urophylla*, aos 10 anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	Herdabilidades		
	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$
DAP (cm)	0,16	0,51	0,13
H (m)	0,14	0,47	0,11
Vol (m^3/árv)	0,19	0,56	0,15
For(1)	0,06	0,26	0,05

(1) dados transformados em $\sqrt{x}$;

4.3. Estimativa de correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres de crescimento.

As estimativas de correlação genéticas e fenotípicas estão apresentadas na Tabela 5, sendo que as estimativas do produto médio para progênies e do erro estão contidas na Tabela 6A, do apêndice. Já as estimativas de covariância entre progênies e fenotípica, em nível de média de famílias, são apresentadas na Tabela 7A do apêndice.

As correlações genéticas aditivas (r_A), existentes entre os caracteres de crescimento (Tabela 5), foram positivas e expressivas, sendo que a correlação dap e volume cilíndrico apresentou um maior valor (1,00), seguido da altura e volume (0,91). Altas correlações genéticas entre caracteres de crescimento também foram encontradas por vários autores, em diversas essências florestais (Tabela 2A do Apêndice). No caso de *Eucalyptus* spp destacam-se os trabalhos de Borges (1980, 42 p.), Kageyama (1980, 71 p.) e Patiño-Valera (1986, 211p.). As

menores correlações foram observadas entre o dap e forma (0,19) e volume e forma (0,23).

As correlações fenotípicas, em nível de médias de progênies ($r_{\bar{F}}$), também apresentaram valores positivos e elevados entre os caracteres de crescimento analisados (Tabela 5), no qual o maior valor foi observado também entre dap e volume cilíndrico. As menores foram observadas para as correlações volume cilíndrico e forma, dap e forma, respectivamente 0,34 e 0,36.

A correlação fenotípica, segundo Falconer (1981, 279 p.), é uma combinação da correlação genética e de ambiente, sendo também função das herdabilidades dos dois caracteres correlacionados. As altas correlações fenotípicas, encontradas entre os caracteres de crescimento, devem-se principalmente aos fatores genéticos.

Os reduzidos valores de correlações fenotípicas, encontradas entre a forma e os caracteres: dap, altura e volume cilíndrico, foram devidas à baixa correlação genética entre estes caracteres e aos baixos valores de herdabilidade, encontrados para a forma, evidenciando grande influência do ambiente nesta característica, ou pequena variância genética, devido a pouca variabilidade genética desta população para esta característica.

TABELA 5. Estimativas de correlações genéticas aditivas, em nível de plantas (r_A) acima da diagonal, e fenotípicas, em nível de médias de progênies ($r_{\bar{F}}$) abaixo da diagonal, entre pares de caracteres estudadas no teste, envolvendo progênies de *Eucalyptus urophylla*, aos 10 anos, em Selvíria-MS.

Carateres	DAP	ALTURA	VOLUME	FORMA
DAP	---	0,82	1,00	0,19
ALTURA	0,81	---	0,91	0,34
VOLUME	0,98	0,84	---	0,23
FORMA(1)	0,36	0,43	0,34	---

(1) dados transformados em $\sqrt{x}$;

4.4. Ganho na seleção

4.4.1. Seleção entre e dentro de progênies

As estimativas dos ganhos genéticos e da resposta correlacionada com seleção entre e dentro de progênies, para os caracteres de crescimento, são apresentados na Tabela 6 e 7.

A seleção entre e dentro de progênies, com eliminação de indivíduos inferiores, caracteriza um método de melhoramento denominado "Pomar de Sementes por Mudas". Esta seleção, segundo Kageyama (1980, 71 p.), seria válida somente quando realizada em nível de locais, pois, em conjunto, o seu aproveitamento só é possível através de propagação vegetativa (Pomar de Sementes Clonal).

O ganho na seleção, em porcentagem sobre a média do caráter selecionado (GS%), apresenta como variável o diferencial de seleção e a herdabilidade $\left(Gs = h^2 Ds\right)$, sendo que o diferencial de seleção é o produto da intensidade de seleção estandardizada, em unidades de desvio padrão fenotípico, da variável que está sendo selecionada pelo desvio padrão fenotípico $\left(Ds = i\,\sigma_F\right)$. Portanto, a escolha da intensidade de seleção é de grande importância na estimava desses ganhos pois, com a possível transformação deste teste de progênies em Pomar de Sementes por Mudas, a escolha da intensidade de seleção deve fornecer ganhos satisfatórios que não prejudiquem a polinização do Pomar, para não ter problemas de endogamia (MORAES, 1987, 115 p.).

No presente trabalho, optou-se por uma seleção de 30% entre e 12,5% dentro de progênies. Essa intensidade de seleção corresponde a um Pomar de Sementes por Mudas com uma população total de 100 indivíduos. Intensidades de seleção menores poderiam proporcionar menores ganhos, porém deixariam um número maior de árvores.

Os ganhos genéticos, preditos pela seleção dentro de progênies, foram equivalentes aos da seleção entre progênies para todos os caracteres analisados.



Os ganhos totais mostraram que o volume cilíndrico foi o caráter que apresentou o maior ganho (29,34%), seguindo o dap (11,74%), altura (7,58%) e forma (2,55%). Magnussen (1993, p. 258-266) considera que ganhos da ordem de 6% a 12%, tanto para altura como volume, por ciclo de seleção, corresponde à aplicação de uma intensidade de seleção realista de um programa de melhoramento. Portanto, o potencial do material genético do presente estudo está acima das expectativas.

Como a maior parte da variação genética está dentro de progênies, verifica-se que, tanto para os ganhos como a resposta correlacionada, as estimativas obtidas dentro de progênies são maiores, com exceção para o caráter forma, analisado de forma isolada e correlacionado com os demais caracteres, o qual apresentou o menor ganho na seleção.

Com relação à resposta correlacionada, observa-se que a seleção indireta do volume, feita pelos caracteres: altura, dap e forma, proporcionaram ganhos menores que a seleção direta do volume. A seleção indireta da altura e do dap pelo volume proporcionaria ganhos maiores que a seleção direta destes caracteres e a seleção indireta da forma feita pelos caracteres: volume, dap e altura porporcionaria ganhos menores que a seleção direta da forma.

A seleção do caráter, dada à dificuldade de obtenção das estimativas de volume, o qual se apresentou com o maior ganho na seleção, deverá ser baseada no dap, em virtude dos altos coeficientes de correlação genética aditiva entre esse caráter e o volume e na maior facilidade de obtenção deste caráter. Tal procedimento também foi proposto por Sampaio (1996, 169 p.), trabalhando com duas procedências de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Tabela 6. Estimativas de ganhos na seleção entre (GSE e GSE%), dentro de progênies (GSD e GSD%) e total (GS e GS%), envolvendo os carateres dap, altura, volume e forma em progênies de *Eucalyptus urophylla* Blake, aos 10 anos em Selvíria-MS.

Caráter	GSE		GSD		GS	
DAP (cm)	1,109	5,69%	1,180	6,05%	2,290	11,74%
ALTURA (m)	1,029	3,78%	1,032	3,79%	2,062	7,58%
VOLUME (m^3/árv)	0,145	14,15%	0,156	15,18%	0,301	29,34%
FORMA (1)	0,021	1,32%	0,020	1,22%	0,041	2,55%

(1) dados transformados em $\sqrt{x}$;

Tabela 7. Estimativas da resposta correlacionada na seleção entre (RCE e RCE%), dentro de progênies (RCD e RCD%) e total (RC e RC%), envolvendo os carateres: altura (H), dap (D) e volume (V), em progênies de *Eucalyptus urophylla* Blake, aos 10 anos em Selvíria-MS.

Carateres	RCE		RCD		RC	
V x F (m^3/arv)(1)	0,0228	2,21%	0,0211	2,05%	0,0439	4,26%
V x A (m^3/arv)	0,1206	11,71%	0,1209	11,74%	0,2415	23,45%
V x D (m^3/arv)	0,1380	13,40%	0,1468	14,25%	0,2848	27,65%
A x F (m)	0,2604	0,96%	0,2411	0,89%	0,5015	1,85%
A x D (m)	0,8735	3,21%	0,9296	3,42%	1,8030	6,63%
A x V (m)	1,0239	3,76%	1,0987	4,04%	2,1226	7,80%
D x F (cm)	0,1432	0,75%	0,1354	0,69%	0,2816	1,44%
D x A (cm)	0,8726	4,47%	0,8748	4,48%	1,7474	8,95%
D x V (cm)	1,1698	6,00%	1,2553	6,43%	2,4251	12,43%
F x D	0,0056	0,35%	0,0060	0,37%	0,0116	0,72%
F x V	0,0075	0,46%	0,0080	0,50%	0,0155	0,96%
F x A	0,0100	0,62%	0,0101	0,62%	0,0201	1,24%

(1) Resposta correlacionada para volume (V), quando a seleção é feita na forma (F) e assim por diante.

unesp

4.4.2. Índice multi-efeito

A utilização do Índice Multi-efeito (IME) permite, segundo Resende & Higa (1994, p. 37-55), explorar frações da variância genética aditiva que não são consideradas na seleção entre e dentro de progênies, levando à maximização da precisão na seleção, muito embora, em muitos casos, a inclusão dos efeitos de parcela e blocos pode alterar de forma não significativa a seleção.

No presente trabalho, estudou-se o uso do IME para cem indivíduos, correspondendo ao número de plantas que seriam obtidas na seleção entre (30%) e dentro (12,5%) de progênies, em três condições: a) considerando os cem melhores indivíduos selecionados pelo IME, independente do número de indivíduos por família (kf : variável); b) aplicando-se o IME aos indivíduos que seriam selecionados pela seleção entre e dentro de progênies (kf : igual para todas as famílias); c) seleção dos cem melhores indivíduos para o IME, para um número máximo de 5 indivíduos por família ($1 \leq kf \leq 5$). Essas condições são apresentadas na Tabela 8.

A comparação entre as estimativas de ganho na seleção entre e dentro de progênies (seleção combinada) e o IME , para o caráter dap, foi realizada com os dados obtidos na Tabela 6, que utilizaram o diferencial de seleção estandardizado ($ds = k \, . \, \hat{\sigma}_F$) na estimativa do ganho na seleção (Gs = 11,74%). Já com as estimativas obtidas pelo IME da Tabela 8 (Gs = 13,73%), o que corresponde a uma eficiência de 1,1695 (Ef = 13,73 /11,72), ou seja, o IME é 16,95% mais eficiente ou superior que a seleção entre e dentro de progênies. Portanto, a seleção com base no IME, de maneira geral, maximiza o ganho genético e deve ser utilizada. O método proporciona maior ganho e sua seleção não implica em acréscimo no custo do processo seletivo.

As estimativas do IME, da forma como foi estimado, são apresentadas na Tabela 8A (Apêndice), para os dez primeiros e os dez últimos. Verifica-se que a amplitude de variação do IME, para o caráter dap, foi de 4,636 a –4,462 cm. Nas estimativas deste índice deve-se atentar para o fato de que as médias da parcela, do bloco e geral receberam pesos negativos (significando que tais valores fenotípicos refletem mais os efeitos ambientais do que genéticos). Já o valor individual e a média da família receberam pesos positivos (indicando maiores informações sobre o valor genético). Verifica-se que as Tabelas 9A (primeira condição), 10A (segunda

condição), 11A (terceira condição), fornecem as estimativas do IME para os indivíduos selecionados em cada condição acima mencionada.

Os dados apresentados na Tabela 8 tornam-se importantes, quando se quer ter uma idéia do ganho na seleção, e o que a seleção realizada para a obtenção deste ganho pode provocar em termos de tamanho efetivo (N_e) e divergência genética (D). Assim, tomando-se por base os indivíduos que seriam selecionados entre e dentro de famílias (seleção combinada: $k_f = 5$) e aplicando-se a eles o IME, verifica-se em relação à condição (IME – kf : variável) que há uma seleção de um número maior de famílias (24), uma diminuição do número de plantas por família (4,17), uma considerável diminuição para o tamanho efetivo populacional (32,38), o que resulta em uma diminuição na divergência genética de 82,90% (para um D = 0,1710), ou seja, resultará na manutenção de apenas 17,10% da variabilidade original do Teste de Progênies, mas com uma eficiência no ganho na seleção da ordem de 13,73%, quando proceder-se a transformação em um Pomar de Sementes por Mudas. Já para a condição (IME: $1 \leq kf \leq 5$), em relação à condição (IME - $k_f = 5$), constata-se um aumento no número de famílias selecionadas (30), uma diminuição do número de indivíduos por família (3,33), um aumento no tamanho efetivo (55,45), refletindo em uma diminuição menos acentuada na divergência genética de 62,62% (para um D = 0,3738), e uma eficiência no ganho de 22,10%. Assim, esta última condição seria a recomendável, pois consegue associar uma boa eficiência ao ganho na seleção, conseguindo ainda um aumento na divergência genética em relação à seleção combinada. Portanto, recomenda-se, quando aplicar o IME, ter a preocupação de manter uma divergência genética razoável, estabelecendo um kf máximo, conforme os dados em questão (RESENDE, 2002, 975 p.).

Moraes (2001, 124 p.), trabalhando com progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, encontrou eficiência da ordem de 12,81% em dap, comparada à seleção entre e dentro. SAMPAIO et al. (2000a), avaliando procedências e progênies de *P. caribaea* var. *hondurensis*, encontraram eficiências da ordem de 6,45% e 13,18% em volume, para as progênies das procedências de Poptún e Isla de Guanaja, respectivamente. Sampaio et al. (2000b, "CD ROOM") obtiveram eficiência do IME, para volume, em relação à seleção combinada da ordem de 24,10% a 38,24% em *Pinus oocarpa*.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

Tabela 8. Comparação entre os indivíduos selecionados pelos métodos de seleção estudados em progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, aos dez anos, em Selvíria – MS, com base no IME.

IME – k_f : variável				Seleção E+D		IME – k_f : $1 \leq kf \leq 5$			
FAM	k_f	FAM	k_f	FAM	k_f	FAM	k_f	FAM	k_f
64	1	**10**	1	**62**	5	**64**	2	**20**	5
62	2	**9**	1	**56**	5	**63**	1	**19**	2
56	2	**5**	2	**55**	5	**62**	2	**18**	1
55	13	**1**	5	**54**	5	**56**	2	**14**	5
54	1			**49**	5	**55**	5	**13**	5
49	3			**48**	5	**54**	1	**11**	5
48	18			**44**	5	**51**	2	**10**	5
44	5			**42**	5	**49**	3	**9**	1
42	3			**41**	5	**48**	5	**5**	4
41	2			**37**	5	**46**	1	**1**	5
37	2			**28**	5	**44**	5		
28	5			**23**	5	**42**	5		
27	1			**20**	5	**41**	4		
23	9			**19**	5	**39**	3		
22	1			**14**	5	**37**	5		
20	2			**13**	5	**29**	1		
19	1			**11**	5	**28**	5		
14	14			**10**	5	**27**	1		
13	2			**9**	5	**23**	5		
11	4			**1**	5	**22**	4		

N	100	100	100
N_f	24	20	30
$\bar{k}_f$	4,17	5,0	3,33
$\hat{\sigma}^2_{kf}$	21,62	0	2,92
N_e	32,38	50	55,45
$\overline{IME}\ (cm)$	2,68	2,20	2,45
G_s (%)	13,73	10,27	12,54
Ef. (%)	33,69	---	22,10
D	0,1710	0,3125	,3738

IME: Índice Multi-efeito; N: nº de indivíduos selecionados; N_f: nº de famílias selecionadas; k_f: nº de indivíduos selecionados por família; $\bar{k}_f$: nº médio de indivíduos selecionados por família; $\hat{\sigma}^2_{kf}$: variância do nº de indivíduos selecionados por família; N_e: tamanho efetivo; G_s: ganho na seleção; Ef.: eficiência do IME em relação à Seleção entre e dentro de progênies; N_{fo}= 64 progênies; D: diversidade genética.

5. CONCLUSÕES

A variabilidade genética demonstrada para os caracteres estudados é condição essencial para a continuidade do programa de melhoramento genético da espécie e, pode ser efetivamente explorada em um Pomar de Sementes Clonal e/ou Pomar de Sementes por Mudas.

Os expressivos valores de herdabilidades encontrados para os caracteres estudados sugerem grandes possibilidades de progresso genético em resposta à seleção.

Os valores de correlações genéticas com altas magnitudes entre os caracteres de crescimento (DAP e volume cilíndrico) indicam que a prática da seleção em um desses caracteres refletirá sobre o outro, sugerindo a possibilidade de acréscimo em volume com a seleção do caráter expressivamente correlacionado.

O uso do índice multi-efeitos aplicado ao caráter dap, apresenta ganhos na ordem de 12,5% (para k_f variável) e 14,0% (para $1 \leq k_f \leq 5$), os quais foram maiores do que os apresentados na seleção entre e dentro de progênies (seleção combinada para $k_f = 5$) . No entanto, recomenda-se, ao utilizar este índice, selecionar no máximo cinco indivíduos por progênies, podendo este número ser variável para outras situações, caso o melhorista pretenda manter uma diversidade genética próxima à seleção combinada.

unesp

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORNO, M.F.C. **Propriedades tecnológicas relacionadas com as tensões de crescimento em clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill Maiden e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, utilizadas como indicadores para o melhoramento da madeira serrada.** Piracicaba, 2002. 164p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

ASSIS, T.P.; BRUNE, A.; NASCIMENTO FILHO, M.B.; FONSECA, J.B. Testes de progênies de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Silvicultura,** São Paulo, v. 28, n.8 , p.165-167, 1983.

BERTOLOTI, G.; CAMPINHOS, Jr. E.; IKEMORI, Y.K. Comportamento de várias procedências de *Eucalyptus urophylla* na região de Aracruz-ES. **Boletim Informativo IPEF,** Piracicaba. v.8, n.27, p.27-29, 1980.

BORGES, R.C.G. **Estimativas de herdabilidades e correlações entre caracteres de crescimento em *Eucalyptus grandis*.** Viçosa, 1980. 42p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

BRASIL, M.A.M. **Variação da densidade básica da madeira entre e dentro de procedências de *Eucalyptus urophylla*.** Botucatu, 1983. 95p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

BREDENKAMP, B.V.; MALAN, F.S.; CONRADIE, W.E. Effects of pruning on growth and timber quality of *Eucalyptus grandis* in Zululand. **African Forestry Journal,** n.114, p.29-34, Sept. 1980.

BUENO FILHO, J.S.S. **Seleção combinada versus seleção seqüencial no melhoramento de populações florestais.** Piracicaba, 1992. 96p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

CAPITANI, L.R.; VIEIRA, F.S.; MENDES, F.S. *Eucalyptus urophylla* da Indonésia no Vale do Rio Doce**. CVRD Revista,** Rio de Janeiro, v.8, n.27, p.37-52, 1987.

COTTERILL, P. P.; ZED P.G. Estimates of genetic parametrs for growth and form traits in for *Pinus radiata* D. Don progeny tests in south Australia. **Australian Forest Research**, Melbourne, n.10, p.177-167, 1980.

COCKERHAM, C.C. Estimations of genetic variances. In: HANSON, W.D.; ROBINSON, H.F. (Ed.). **Statistical genetics and plant breeding.** Washington: Nacional Acad. Sci. Nacional Res. Council., 1963. p. 53-93.

COCHRAN, W.G., COX, G.M. **Diseños experimentales.** 7 ed. Editorial Trillas: México, 1981. 661 p.



CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: UFV, 1994. 390 p.

DAVIDSON, J. **Variation, association and inheritance of morphological and wood characters in an improvement programme for *Eucalyptus deglupta* Blume**. Canberra, 1972. 263 p. (Ph. D. – Australia Nacional Univertsity).

DANIELS, J.D. Role of tree improvement in intensive forest management.. **Forest Ecology and Management,** Amsterdam, v.8, n.3/4, p.161-165, 1984.

DEMATTÊ, J.L.I. **Levantamento detalhado dos solos do Campus experimental de Ilha Solteira.** Piracicaba, ESALQ/USP, 1980. 114p. (mimeogr.).

DORAN, J.C. Recent seed collections of Eucalyptus in Australia and Indonesia and availability of seed for provenance research. In: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro. **Anais...** São Paulo, 1983, Sociedade Brasileira de Silvicultura, p. 443-449.

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARWOOD, C.; VAN WYK, G. *Eucalyptus urophylla.* In: ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J. HARWOOD, C.; VANWYK, G. **Eucalyptus domestication and bredding.** Oxford: Clarendon Press, 1994. cap.16, p.144-153.

ELDRIDGE, K.G. Genetic improvement of *Eucalyptus*. In: THIRD WORLD CONSULTATION ON FLOREST TREE BREEDING. Canberra, Março, Roma, FAO, 1977, p. 21 - 27

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSO, 1999. 412p.

ESBRISSE, E.; GOMES, F.S.; PIRES, I. Estabilidade e adaptabilidade genotípica de progênies de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake na região do Rio Jarí – Pará. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, Salvador, 1997. **Anais...** Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1997. v.1, p.157-168.

FAÇANHA, J.G.V. ; OLIVA, M.A. Germinação de *Eucalyptus* spp sob condições de "stress hídrico". **Silvicultura**, São Paulo, v.28, p.176-177, 1983.

FALCONER, D.S. **Introdução a genética quantitativa.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 279p.

FERREIRA, M. **Melhoramento genético do *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake direcionado para a formação de populações vase tipo casca lisa ("gum").** Piracicaba: FAPESP, 1999. 106p.

FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, Piracicaba, n.45, p.22-30, 1992.

FERREIRA, M. Tipos de florestas, base genética e populações base em *Eucalyptus*. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE POPULAÇÕES BASE EM *Eucalyptus*, Piracicaba, 1990. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1990. p. 9 -16.

FERREIRA, M.; GONÇALVES, J.C.; BOLLONI, E.A.; LEITE, N.B. Adaptação de Espécies/Procedências as regiões de cerrados do Brasil Central. In: SIMPÓSIO ENERGIA DA BIOMASSA FLORESTAL, Convênio CESP/IPEF. **Relatório Final**. São Paulo. p. 151-193, 1983.

FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G. Avaliação das madeiras para produção de celulose através de suas características estruturais: uma referência especial para o gênero *Eucalyptus*. In: SEMINÁRIO INTEGRAÇÃO FLORESTA – INDÚSTRIA. Piracicaba, 1975. **Anais...** p. 5-33.

FONSECA, S.M. Estimação e interpretação dos componentes da variação total em experimentos de melhoramento florestal. In: CURSO PRÁTICAS EXPERIMENTAIS EM SILVICULTURA, 1979. Piracicaba: IPEF, 1979. p.$H_1 - H_{20}$.

GERALDI, I.O. **Estimação de parâmetros genéticos para caracteres do pendão do milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento.** Piracicaba, 1977. 103 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

GOLFARI, L.; CASER, R.L. Zoneamento Ecológico da região Nordeste para experimentação florestal. **Série Técnica Prodepef,** Brasilia, DF, n.10, p.1-116, 1977.

GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. Zoneamento Ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. **Série Técnica Prodepef,** Brasília, DF, n.11, p.1-66, 1978.

HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A.F., BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira.** Ilha Solteira: UNESP/FEIS/Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS - IPEF. **Reunião técnica sobre população base em *Eucalyptus*.** Piracicaba: IPEF, 1990. 53p.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS - IPEF. **Produção de sementes melhoradas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e *Eucalyptus citriodora* Hook.** Piracicaba: IPEF, 1983. 218p.

KAGEYAMA, P.Y. **Seleção precose a diferentes idades em progênies de *Eucalyptus grandis*** (Hill) Maiden. Piracicaba, 1983. 147p. Tese (Livre-Docência) - Escola Supeior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo.

KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.** Piracicaba, 1980. 71p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

KEIDING, H. Selection of individual trees. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/DANIDA. **Training course on forest tree improvement**. Rome: FAO, 1974. p.165-175.

KREJCI, L.C.; MARTINS, L.G.C.; LOURENÇO, P.V. Desenvolvimento do sistema radicular de *Eucalyptus* spp. sob diferentes condições de solo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO,5, 1986,Olinda-PE. **Anais...** Olinda: p. 1-24, 1986.

KRIEBEL, H.B.; NAMKOONG, G.; USANIS, R.A. Analysis of genetic variation in 1,2 and 3 years old eastern white pine in incomplete diallel cross experiments. **Silvae Genetica,** Frankfurt, n.21, p.44-48, 1972.

KUNG, F.H. Adjustment and interpretation of progeny tests when only the best tree in each plot is measured. **Silvae Genética,** Frankfurt, v.26, n.2/3, p.117-119, 1977.

LÓPEZ, C.R.; FORNÉS, L.F. Estabilidade genética em progênies de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, Salvador, 1997. **Anais...** Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1997. v.1, p.163-167.

LUCKHOFF, H.A. Pruning of *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal,** Pretoria, n.8, p.15-23, 1967.

LUZ, H.F.; MELZER, J.F.; COUTINHO, C.J.; FERREIRA, M.C. Manejo de florestas de eucalipto para usos múltiplos. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7; 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo: SBS, 1993. v.3., p.283-290.

MAGNUSSEN, S. Grosth differentiation in white spruce crop tree progenies. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.42, n.4/5, p.258-266, 1993.

MALAN, F.S.; HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **South Africa Forestry Journal,** Pretoria, n.188, p.29-35, 1992.

MARSH, E.K.; BURGERS, T.F. The relation between silvicultural treatment and timber quality in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **Forestry in South Africa**, Pretoria, n.8, p.63-74, 1967.

MARTIN, B.; COSSALTER, C. Lês *Eucalyptus* dês Iles de la Sonde. **Bois et Forêts des Tropiques**, Nogent-Sur-Marne, v.167, p.3-24, 1976a.

MARTIN, B.; COSSALTER, C. Lês *Eucalyptus* dês Iles de la Sonde. **Bois et Forêts des Tropiques**, Nogent-Sur-Marne, v.166, p.3-22,1976b.

MARTIN,B.; COSSALTER, C. Les *Eucalyptus* des Iles de la Sonde. **Bois et Forêts des Tropiques,** Nogent-Sur-Marne, v.164, p.3-14, 1975.

MATHESON A.C.; RAYMOND, C.A. Effects of thinning in progeny tests on estimates of genetic parameters in *Pinus radiata* breeding programs. **Silvae Genetica,** Frankfurt, v.33, n.3/4, p.107-113, 1984.

MEIR, R.J.; GOGGANS, J.F. Heritabilities of height, diameter, and specific gravity of young virginian pine. **Forest Science**, Bethesda, v.23, n.4, p.450-456, 1977.

MIRANDA FILHO, J.B. Princípios de experimentação e análise estatísitca. In: PATERNIANI, E. (Ed.) **Melhoramento de milho no Brasil.** Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p.620-650.

MORAES, M.L.T. **Variação genética e aplicação da análise multivariada em progênies de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Barret e Golfari.** Ilha Solteira, 2001. 124p. (Livre-Docência) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista .

MORAES, M.L.T. **Variação genética da densidade básica da madeira em progênies de *eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e suas relações com as características de crescimento.** Piracicaba, 1987. 115p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.Y.; FERREIRA, M. Variação genética e interação progênies x locais em *Eucalyptus urophylla*. **IPEF**, Piracicaba, v.39, p.53-63, 1988.

MOURA, V.P.G. Resultado de pesquisa com várias procedências de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, no centro-leste do Brasil. **Boletim de Pesquisa EMBRAPA/CPAC**, Planaltina, n.3, p. 1-22, 1981.

NAMKOONG, G. The role of quantitative genetic in forest tree breeding. IUFRO GENETICS SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo, **Proceedings,** v. A-1, n. 1, 1972, p. 1-7.

ODA,S.; MENCK, A.L.M.; VENCOVSKY, R. Problemas no melhoramento genético clássico do eucalipto em função da alta intensidade de seleção. **IPEF**, Piracicaba, n.41/42, p.8-17, 1989.

PÁSZTOR, Y.P.C. Estudo comparativo do comportamento das espécies *Eucalyptus Alba* Reinw e *E. decaisneana* Blume, na região de São Paulo. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1990. v.3, p.421-425.

PARK, Y.S.; FOWLER, D.P. Effects of imbreeding and genetic variances in a natural population of Tamarack (*Larix laricina* K. Koch) in Eastern Canada. 1982. **Silvae Genetica,** Frankfurt, v.31, n.1, p.21-26, 1982.

PATIÑO-VALERA, F. **Variação genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com o espaçamento.** Piracicaba, 1986. 211p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade Estadual Paulista.

PATIÑO VALERA, F.; KAGEYAMA, P.Y. Parámetros genéticos y espaciamiento en progenies de *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF,** Piracicaba, v. 48/49, p.61-76, 1995.

PAULA, R.C. **Avaliação de diferentes critérios de seleção aplicados em melhoramento florestal.** Viçosa, 1997. 74p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

PINTO JUNIOR, J.E. **Variabilidade genética em progênies de uma população de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake da Ilha de Flores – Indonésia.** Piracicaba, 1984. 164p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

PIRES, I.E. **Eficiência da seleção combinada no melhoramento genético de *Eucalyptus* spp.** Viçosa, 1996. 116 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

PIRES, I.E. **Variabilidade genética de uma população de algaroba, *Prosopis juliflora* (S.W.) SC. – na região de Soledade-Paraíba**. Piracicaba, 1984. 87p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

PRODEPEF – As introduções de Espécies/Procedências de *Eucalyptus* realizadas pela C.P.F.R.C. - resultados iniciais. **Série Divulgação – PRODEPEF**, Brasília, n.11, p. 1-75. 1976.

PRYOR, L.D.; JOHNSON, L.A.S. **A classification of the *Eucalytpus***. Canberra: The Australian National University, 1971. 112p.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes.** Brasília: EMBRAPA, 2002. 975p.

RESENDE, M.D.V. Melhoramento de essências florestais. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: UFV, 1999a, p. 589-647.

RESENDE, M.D.V. **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal.** Curitiba, 1999b, 434p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

RESENDE, M.D.V; HIGA, A.R. Maximização da eficiência em testes de progênies de *Eucalyptus* através da utilização de todos os efeitos do modelo matemático. **Boletim de Pesquisa Florestal,** Colombo, n.28/29, p.37-55, 1994.

RESENDE, M.D.V.; VENCOVSKY, R. Condução e utilização de bancos de conservação genética de espécies de eucalipto. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1990. v.3, p.464-471.

SACCO, M.P.R.; MORI, E.S. Estimação de parâmetros genéticos para o melhoramento de *Eucalyptus urophylla*. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 14, 2002, Presidente Prudente. **Resumos...** Presidente Prudente: Unesp/FCT, 2002. (CD ROM).

SAMPAIO, PT.B.; RESENDE, M.D.V.; ARAÚJO, A.J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2243-2253, 2000a.

SAMPAIO, PT.B.; RESENDO, M.D.V.; ARAÚJO, A.J. Estimativas de parâmetros genéticos e métodos de seleção para o melhoramento genético de *Pinus oocarpa* Schiede. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: Silvicultura Ambiental, 2000, Blumenau. **Anais...** Blumenau: SOBRADE, 2000b. (CD ROM).

SAMPAIO, P.T.B. **Variação genética entre procedências e progênies de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus maximinoi* e métodos de seleção para melhoramento genético.** Curitiba, 1996. 169p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

SANTOS, P.E.T.; MORI, E.S.; MORAES, M.L.T. Potencial para programas de melhoramento, estimativas de parâmetros genéticos e interação progênies x locais em populações de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **IPEF,** Piracicaba, v. 43/44, p.11-19, 1990.

SANTOS, G.P.; MOURA, V.P.G. Ocorrência de *Psyllotoxus griseocintos* Thomson, 1968 (Coleóptera-Cerambycidae) em algumas procedências de eucalipto, no Distrito Federal. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3,1979, Manaus. **Anais...** São Paulo: SBS, 1979. v.3, p.362-364.

SCANAVACA JÚNIOR, L. **Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e de seu potencial para utilização em serraria.** Piracicaba, 2001. 108p. Disasertação (Mestrado)– Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SCAVANACA JUNIOR, L.; FERREIRA, M.; SANTOS P.E.T. **Relatórios de estágio na FRDSA - Sistema Norte – MA e PA**. Piracicaba, 1990, 61p.

SHARF, R. Falta madeira na terra do pau-brasil. **Revista Galileu,** n.142, Maio, p. 52-60, 2003.

SHELBOURNE, C.J.A. Genotype environment interaction: its study and its implications in forest tree improvement. In: IUFRO GENETIC SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo, **Proceedings,** 1972, v. B-1, n.1, p.1-27.

SHIMOYAMA, V.R.S.; BARRICHELO, L.E.G. Densidade básica da madeira, Melhoramento e Manejo Florestal. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.6, n.20, p. 1-22, 1989.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 11 12 13 14 15 16 17 18

SIMÕES, J.N. ; SPINA-FRANÇA, F. Produção de madeira em florestas energética sob diferentes práticas silviculturais – Relatório final – Simpósio da Energia da Biomassa Florestal – **Convênio CESP/IPEF**: p. 1-36, São Paulo, 1983.

SQUILLACE, A.E. Where we stand on techniques and seed orchard culture: selection of superior trees. In: PROCEEDING OF NINTH SOUTHERN CONFERENCE ON FOREST TREE IMPROVEMENT, **Knoxville,** Tenesse, 1967, p. 7-9.

STEINER, K.C. Patterns of variation in bud-burst thing among populations in several *Pinus* species. **Silvae Genetica,** Frankfurt, v.28, n.5/6, p.185-194, 1979.

TOLFO, A.L.T. **Estudo da viabilidade de aplicação da seleção precoce em testes clonais de *Eucalyptus* spp. e qualidade da madeira para polpa celulósica**. Jaboticabal, 2003. 50p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista.

THOMAS, B.R.; MACDONALD, S.E. DANCIK, B.P. Variance components, heritabilities and gain estimates for growth chamber and field performance of *Populus tremuloides*: Gas exchange parameters. **Silvae Genetica,** Frankfurt, v. 46, n.6, p. 309-317, 1997.

TODA, R. Heritability problems in forest genetics. In: IUFRO GENETIC SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo, 1972, **Proceedings,** p. 1-9.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, W.C. (Coord). **Melhoramento e produção do milho.** 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.122-129.

VIEIRA, F.S. Procedências de *Eucalyptus urophylla*. **Silvicultura**, São Paulo, v. 8, n.31, p.612-615, Jul/Ago, 1983.

VIEIRA, F.S.; BUCSAN, B. Ocorrências naturais de *Eucalyptus urophylla* na Indonésia. **Silvicultura,** São Paulo, n.14, p. 359-361, 1980.

VILLELA FILHO, A. Perspectivas do mercado internacional de produtos sólidos de madeira. In: SIMPÓSIO IPEF, 6, São Pedro, 1996. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1996. v.4, p.1-26.

WHITE, T.L.; HODGE, G.R. Indirect prediction of genetic values. **Silvae Genetica,** Frankfurt, v.40, n.1, p.20-28, 1991.

WRIGHT, J.A. **Introduction to forest genetics.** New York: Academic Press, 1976. 463 p.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

YING, C.C.; MORGENSTERN. Correlations of height growth and heritibility at different ages in shite spruce. **Silvae Genetica,** Frankfurt, v.28, n.5/6, p. 181-185, 1979.

ZANI FILHO, J.; KAGEYAMA, P.Y.; BERTI FILHO, E. Avaliação do ataque de *Platypus* sp. em Procedências e Progênies de *E. urophylla*. **IPEF,** Piracicaba, n. 28, p.33-39, 1984.

ZANI FILHO, J.; STAPE, J.L.; RIBEIRO, F.A.; BALLONI, E.A. Programa de melhoramento genético de *E. urophylla* S.T. Blake, através de seleção precose. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão, **Anais...** São Paulo: SBS, 1990. v.3, p.464-471.

ZANI FILHO, J.; BALLONI, E.A.; GONÇALVES, J.L.M. Tolerância de mudas de diferentes espécies/procedências de *Eucalyptus* à deficiência hídrica em 2 substratos. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, 1986,Olinda, **Anais...** 1986. p. 1-24.

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

ZOBEL, B.J. Inheritance of wood properties in phenology and wood properties of norway spruce. **Silvae Genetica,** Frankfurt, v.10, n.3, p.65-70, 1961.

ZVINAKEVICIUS, C. *Eucalyptus urophylla* para a produção de celulose. **Cenibra Pesquisa,** série 2, n. 25, Belo Horizonte, 17 p., 1981.

APÊNDICE

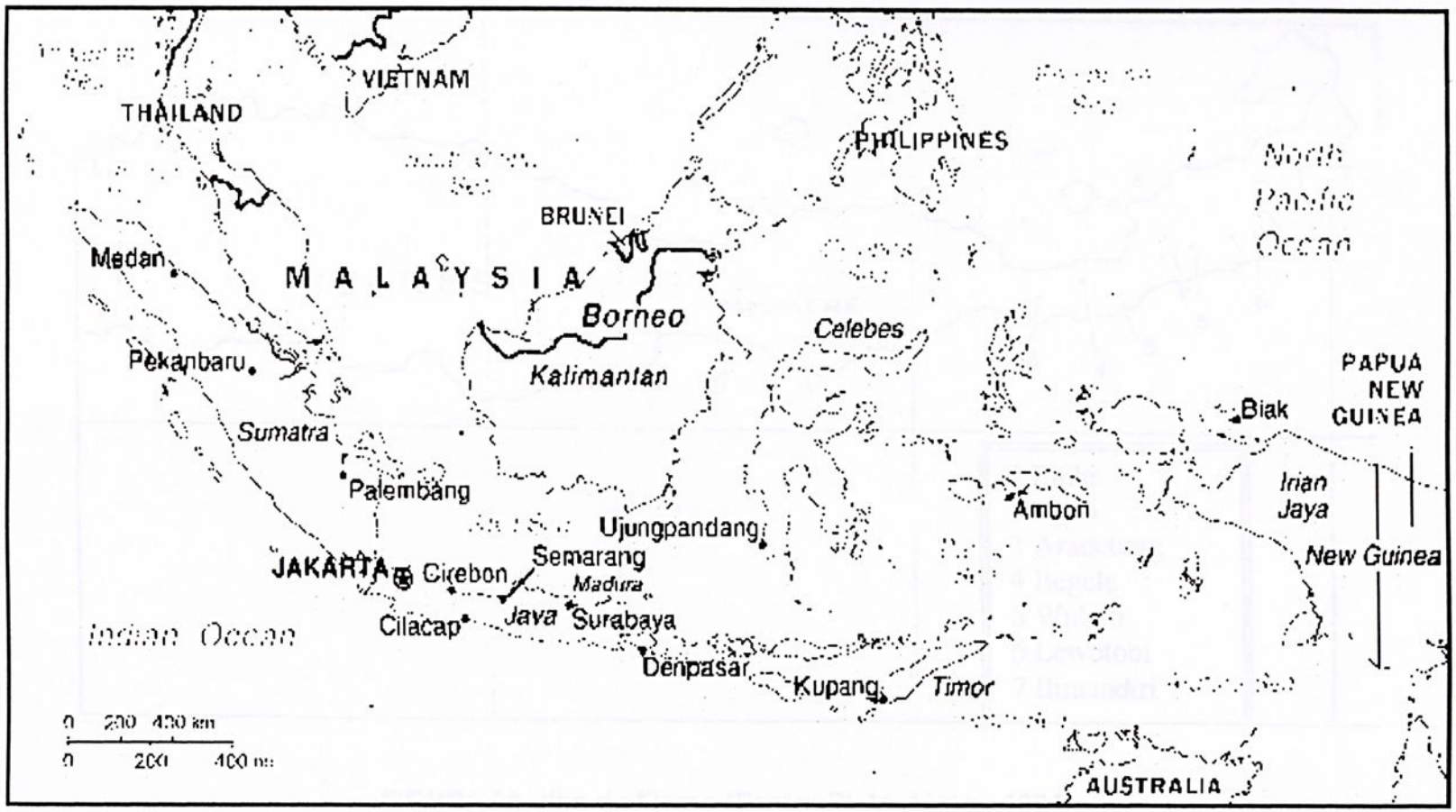


FIGURA 1A. Localização da Indonésia (Fonte: Eldridge et al., 1994)

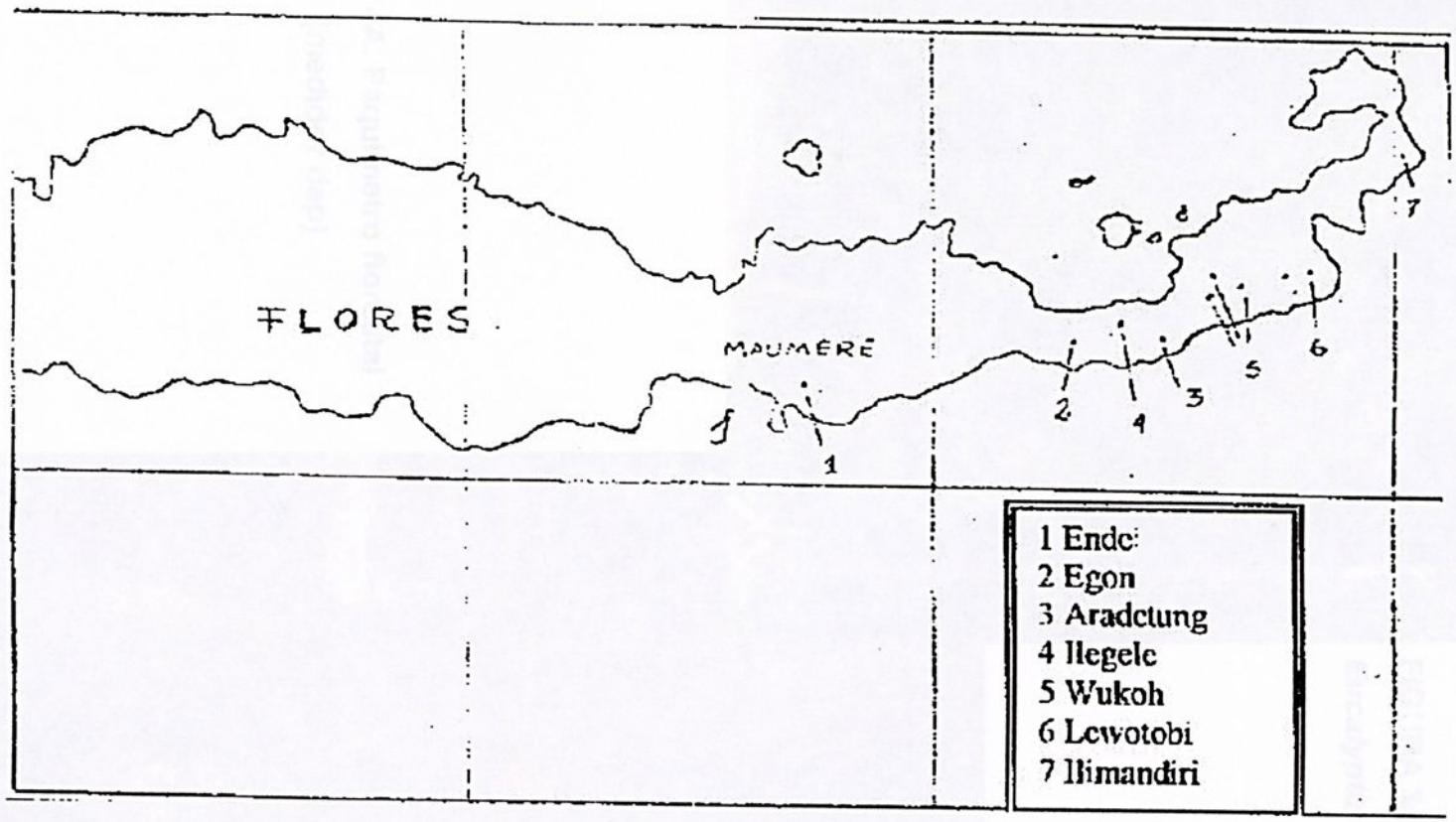


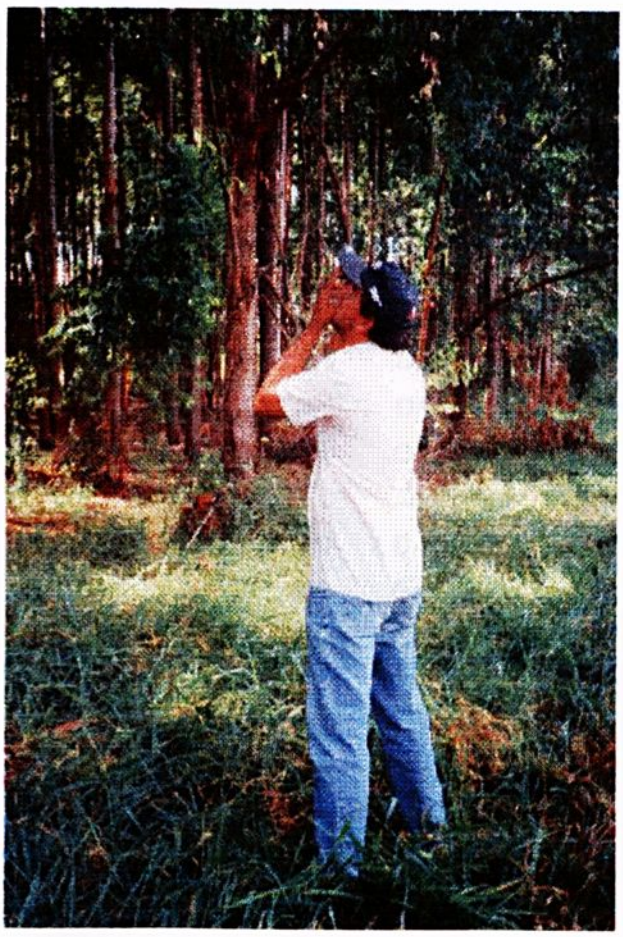
FIGURA 2A. Ilha de Flores (Fonte: Pinto Júnior, 1984)



FIGURA 3A. Teste de Progênies de *Eucalyptus urophylla* – Selvíria/MS



FIGURA 4A. Paquímetro florestal (medidor dap)



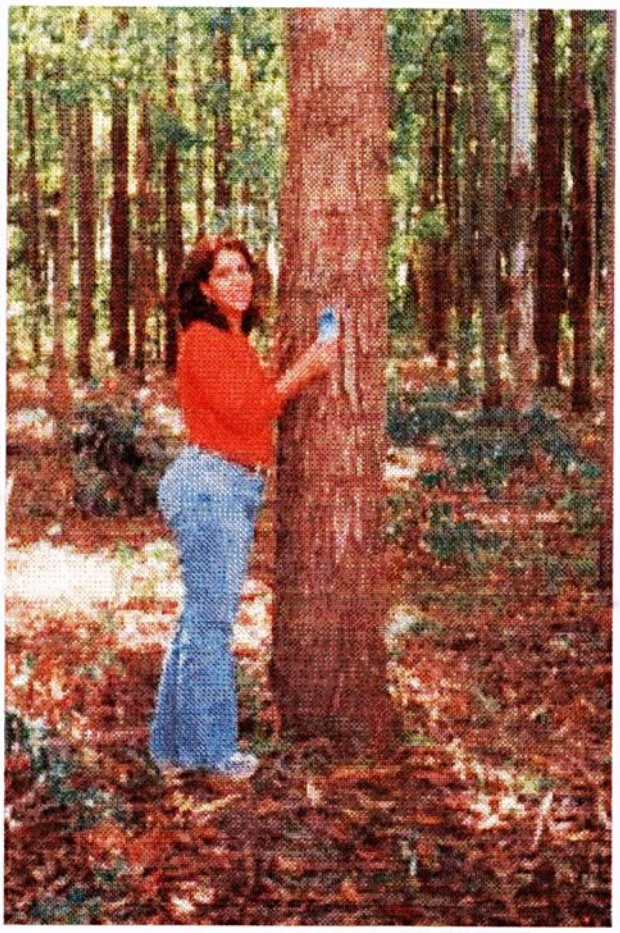


FIGURA 5A a 7A – "Digital hypsometer – Forestor vertex"
(medidor altura)



TABELA 1A. Local do ensaio, idade (anos), caráter avaliado, fonte e classificação das 5 melhores procedências em ordem descrescente.

Local	Idade	Caráter	Fonte	Procedências
Anhembi-SP	0,5	Altura (m)	2	Wukoh, Ilegele, Saler Wukoh, Londangwuang e Egon
	1,0	Altura (m)	2	Ilegele, Egon, Ara Detung, Wukoh e Londangwuang
	2,0	DAP (cm)	2	Ilegele, Egon, Ara Detung,* Lewotobi e Saler Wukoh
	3,0	DAP (cm)	2	Egon, Londangwuang, Ilegele, Ara Detung e * Lewotobi
	10	DAP (cm)	5	Egon II, Ara Detung, Lewotobi, Ilimandiri e Wukoh
Aracruz-ES	1,0	Altura (m)	2	Ilegele, Lewotobi, Londangwuang, Ara Detung e Ilimandiri
	2,0	DAP (cm)	2	Ilegele, Lewotobi, Egon II, Saler Wukoh e Ara Detung
	3,0	DAP (cm)	2	Lewotobi, Ilegele, Egon, Londangwuang e Ara Detung
	7,0	Volcil (m^3)	4	Lewotobi, Ilegele, Londangwuang, Ilimandiri, Egon II, * Ara Detung
Belo Oriente-MG	1,58	Volcil (m^3)	3	Egon, Ilegele, Lewotobi, Ilimandiri e Londangwuang
	2,25	Volcil (m^3)	3	Egon, Ilegele, Lewotobi, Londangwuang e Ilimandiri
	3,5	Volcil (m^3)	3	Egon, Ilegele, Lewotobi, Ilimandiri e Londangwuang
	4,0	Volcil (m^3)	1	Egon, Ilegele, Lewotobi, Londangwuang e Ilimandiri
	4,25	Volcil (m^3)	3	Egon, * Ilegele, Lewotobi, Ilimandiri e Londangwuang
	7,0	Volcil (m^3)	4	Ilegele, Egon, Lewotobi, Ilimandiri, Egon II, * Ara Detung
Bom Despacho-MG	1,0	Altura (m)	2	Ilegele, Egon, Lewotobi, Ara Detung e Saler Wukoh
	2,0	DAP (cm)	2	Ilegele, Egon, Ara Detung, Saler Wukoh e Lewotobi
	3,0	DAP (cm)	2	Ilegele, Egon, Ara Detung, Lewotobi e Wukoh
	7,0	Volcil (m^3)	4	Ilegele, Egon, Lewotobi, Ilimandiri e Wukoh
Grão Mogol-MG	7,0	Volcil (m^3)	4	Londangwuang, Ilegele, Egon, Saler Wukoh e Lewotobi
	8,0	Volcil (m^3)	6	Ende, Ara Detun, Londangwuang, Saler Wukoh e Ilegele
Linhares-ES	4,0	Volcil (m^3)	1	Egon, * Ilegele, Lewotobi, Saler Wukoh e Egon II
	8,0	Volcil (m^3)	6	*Lewotobi, Ilegele, Wukoh, Londangwuang e Egon II
Planaltina-DF	1,0	Altura (m)	2	Egon, Ilegele, Lewotobi, Ilimandiri e Londangwuang
	2,0	DAP (cm)	2	Egon, Ilegele Saler Wukoh, Lewotobi e Londangwuang
	3,0	DAP (cm)	2	Egon, Ilegele, Saler Wukoh, Ilimandiri e Londangwuang

Obs: Procedências posteriores à * significa produtividade inferior destas procedências em relação à testemunha para o caráter analisado.

1 = BRASIL (1983); 2 = PINTO JÚNIO (1984); 3 = CAPITANI et al. (1987); 4 = MORI et al. (1988); 5 = IPEF (1990); 6 = SANTOS et al. (1990).

unesp

TABELA 2A. Correlações genéticas aditivas (r_A) e fenotípicas (r_F) entre altura (alt), dap e volume (vol), para várias essências florestais obtidas por diferentes autores.

Características	Espécie	Idade	r_A	r_f	Métodos	Autores
A x D	*Cryptomeria japonica*	-	0,65	0,84	Sakai	Sakai e Mukaide (1967)
A x D	*C. japonica*	-	0,99	0,97	Sakai	Sakai e Mukaide (1967)
A x D	*Eucalyptus grandis*	1,5	0,93	0,93	Dialélico	Van Wyk (1976)
A x D	*E. grandis*	1,5	0,94	0,87	Polinização livre	Borges (1980)
A x D	*E. grandis*	1,5	-	0,82	Polinização livre	Rocha (1983)
A x D	*E. grandis*	2	0,79	0,71	Polinização livre	Kageyama (1980)
A x D	*E. grandis*	2,5	0,95	0,87	Polinização livre	Borges (1980)
A x D	*E. saligna*	2,2	0,89	0,91	Polinização livre	Patiño-Valera (1986)
A x D	*E. saligna*	2,7	0,92	0,91	Polinização livre	Patiño-Valera (1986)
A x D	*Populus deltoides*	5	0,84	0,85	Clonal	Mohn e Randall (1971)
A x D	*Prosopis juliflora*	1,5	-	0,60	Polinização livre	Pires (1984)
A x V	*Eucalyptus grandis*	1,5	0,94	0,84	Dialélico	Van Wyk (1976)
A x V	*E. grandis*	2	0,81	0,77	Polinização livre	Kageyama (1980)
A x V	*E. saligna*	2,2	1,06	0,94	Polinização livre	Patiño-Valera (1986)
A x V	*E. saligna*	2,7	0,93	0,87	Polinização livre	Patiño-Valera (1986)

Fonte: Moraes (1987).

TABELA 3A. Dados utilizados para os resultados das análises de variância para o caráter forma do fuste, sendo estes transformado em: $\sqrt{x}$

NOTA	DESCRIÇÃO	VALOR TRANSFORMADO
1	**DESCARTÁVEL** – Tortuosidade acentuada em toda extensão - não aproveitável.	1
2	**REGULAR –** Fuste reto na parte superior e tortuosidade acentuada na base – aproveitável parcialmente.	1,4142
3	**ACEITÁVEL** – Fuste reto na parte inferior e tortuosidade acentuada no topo – aproveitável.	1,7320
4	**BOM –** Fuste reto com ligeira tortuosidade na parte superior – aproveitável.	2
5	**EXCELENTE** – Fuste sem defeito – aproveitável.	2,2361

TABELA 4A. Quadrados médios para os caracteres silviculturais, referentes às árvores remanescentes, envolvendo as progênies de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, aos dez anos de idade, em Selvíria – MS.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		DAP (cm)	ALTURA (m)	VOLUME (m^3/árv)	FORMA[1]
Rep	4	43,2231	26,6801	0,3610	0,0660
T.AjPr [2]	63	17,5158	17,5516	0,2436	0,0261
E.E.F.[3]	217	8,5640	9,2373	0,1055	0,0194
QDentro[4]	319	41,7158	47,1030	0,5709	0,0821

(1) Dados transformados em $\sqrt{x}$; (2) Tratamento ajustado progênies; (3) Erro efetivo; (4) Quadrado médio dentro de progênies.

TABELA 5A. Estimativas de variâncias genéticas e fenotípicas, para os caracteres silviculturais estudados, envolvendo as progênies (famílias) de *Eucalyptus urophylla*, aos dez anos de idade, em Selvíria-MS.

Caracteres	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_A^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$	$\bar{n}$
DAP (cm)	41,715800	0,314910	1,790351	7,161403	43,821061	3,503157	5,057
H (m)	47,103020	-0,077142	1,662855	6,651422	48,688734	3,510311	5,057
Vol (m^3/árv)	0,570688	-0,007322	0,027618	0,110474	0,590984	0,048724	5,057
Forma(1)	0,082125	0,003787	0,001334	0,005337	0,087246	0,005217	5,255

$\hat{\sigma}_d^2$ = variância dentro; $\hat{\sigma}_e^2$ = do erro; $\hat{\sigma}_p^2$ = genética entre famílias; $\hat{\sigma}_A^2$ = genética aditiva; $\hat{\sigma}_F^2$ = fenotípica; $\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$ = fenotípica em nível de médias;

$\bar{n}$ = média harmônica do número de plantas por parcela; (1) dados transformados em $\sqrt{x}$.

TABELA 6A. Estimativas do produto médio para progênies (acima da diagonal), e do erro (abaixo da diagonal) entre os caracteres estudados, envolvendo as progênies (família) de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, aos dez anos de idade, em Selvíria – MS.

CARACTERES	DAP	Volume	Altura	Forma (1)
DAP	--	2,016663	14,236306	0,244462
Volume	0,903644	--	1,732383	0,027427
Altura	7,189660	0,758136	--	0,291535
Forma	0,198931	0,020320	0,210454	--

(1) Dados transformados em $\sqrt{x}$

TABELA 7A. Estimativa de covariância entre progênies $\left(C\hat{O}V_{P(x,y)}\right)$, dados acima da diagonal e da covariância fenotípica $(C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)})$, em nível de média de família , dados abaixo da diagonal, entre os caracteres estudados, envolvendo as progênies (família) de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, aos dez anos de idade, em Selvíria – MS.

CARACTERES	DAP	Volume	Altura	Forma
DAP	--	0,222607	1,409329	0,009106
Volume	0,403333	--	0,194849	0,001421
Altura	2,847261	0,346477	--	0,016216
Forma	0,048892	0,005485	0,058307	--

TABELA 8A. Estimativas do Índice Multi-efeitos (IME) em relação ao caráter dap para os indivíduos de um teste de progênies de *Eucalyptus urophylla*, aos dez anos, em Selvíria – MS, evidenciando os dez primeiros e os dez últimos indivíduos.

Ordem	REP	FAM	PTA	Hd	DAP	Hp - Hd	XPAR	Hb - Hp	XBLOCO	Hm - Hp	XTRAT	Hp - Hb - Hm	XGERAL	IME
					Y_{ijk}		$\bar{Y}_{ij.}$		$\bar{Y}_{.j.}$		$\bar{Y}_{i..}$		$\bar{Y}_{...}$	
1	5	48	8	0,1288	39,50	-0,00473	32,5500	-0,0994	19,4813	0,4477	24,2483	-0,4723	19,51	**4,636**
2	5	48	4	0,1288	35,20	-0,00473	32,5500	-0,0994	19,4813	0,4477	24,2483	-0,4723	19,51	**4,083**
3	3	14	3	0,1288	35,50	-0,00473	22,2571	-0,0994	19,7093	0,4477	23,3481	-0,4723	19,51	**3,744**
4	3	14	7	0,1288	35,30	-0,00473	22,2571	-0,0994	19,7093	0,4477	23,3481	-0,4723	19,51	**3,718**
5	5	55	6	0,1288	35,20	-0,00473	25,5833	-0,0994	19,4813	0,4477	23,2674	-0,4723	19,51	**3,676**
6	5	48	7	0,1288	31,20	-0,00473	32,5500	-0,0994	19,4813	0,4477	24,2483	-0,4723	19,51	**3,568**
7	4	55	6	0,1288	33,20	-0,00473	21,6286	-0,0994	18,7216	0,4477	23,2674	-0,4723	19,51	**3,513**
8	2	55	3	0,1288	32,40	-0,00473	25,2000	-0,0994	19,0463	0,4477	23,2674	-0,4723	19,51	**3,361**
9	3	48	1	0,1288	29,20	-0,00473	23,0000	-0,0994	19,7093	0,4477	24,2483	-0,4723	19,51	**3,333**
10	2	55	7	0,1288	32,00	-0,00473	25,2000	-0,0994	19,0463	0,4477	23,2674	-0,4723	19,51	**3,309**
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2551	2	59	6	0,12875	0,00	-0,00473	16,5240	-0,09945	19,0463	0,4477	15,1615	-0,472258	19,51	**-4,399**
2552	2	59	7	0,12875	0,00	-0,00473	16,5240	-0,09945	19,0463	0,4477	15,1615	-0,472258	19,51	**-4,399**
2553	2	59	8	0,12875	0,00	-0,00473	16,5240	-0,09945	19,0463	0,4477	15,1615	-0,472258	19,51	**-4,399**
2554	5	59	1	0,12875	0,00	-0,00473	12,4500	-0,09945	19,4813	0,4477	15,1615	-0,472258	19,51	**-4,422**
2555	5	59	2	0,12875	0,00	-0,00473	12,4500	-0,09945	19,4813	0,4477	15,1615	-0,472258	19,51	**-4,422**
2556	5	59	3	0,12875	0,00	-0,00473	12,4500	-0,09945	19,4813	0,4477	15,1615	-0,472258	19,51	**-4,422**
2557	5	59	8	0,12875	0,00	-0,00473	12,4500	-0,09945	19,4813	0,4477	15,1615	-0,472258	19,51	**-4,422**
2558	3	59	1	0,12875	0,00	-0,00473	16,1000	-0,09945	19,7093	0,4477	15,1615	-0,472258	19,51	**-4,462**
2559	3	59	7	0,12875	0,00	-0,00473	16,1000	-0,09945	19,7093	0,4477	15,1615	-0,472258	19,51	**-4,462**
2560	3	59	8	0,12875	0,00	-0,00473	16,1000	-0,09945	19,7093	0,4477	15,1615	-0,472258	19,51	**-4,462**

TABELA 9A. Estimativas do Índice Multi-efeitos (IME), com base no caráter dap, para os cem melhores indivíduos com k_f : variável em um teste de progênies de *Eucalyptus urophylla*, aos dez anos, em Selvíria-MS.

ORDEM	FAM	REP	PTA	IME	ORDEM	FAM	REP	PTA	IME
1	48	5	8	4,636	51	14	2	8	2,536
2	48	5	4	4,083	52	14	1	2	2,523
3	14	3	3	3,744	53	44	2	5	2,522
4	14	3	7	3,718	54	48	2	3	2,510
5	55	5	6	3,676	55	42	3	1	2,509
6	48	5	7	3,568	56	28	3	3	2,504
7	55	4	6	3,513	57	23	3	3	2,502
8	55	2	3	3,361	58	48	3	8	2,496
9	48	3	1	3,333	59	37	4	5	2,495
10	55	2	7	3,309	60	1	2	6	2,486
11	48	2	2	3,283	61	14	1	8	2,484
12	55	3	8	3,185	62	1	1	3	2,482
13	48	4	2	3,180	63	28	5	2	2,449
14	55	1	6	3,179	64	20	4	3	2,434
15	48	1	3	3,149	65	55	3	2	2,399
16	55	3	3	3,120	66	28	5	5	2,397
17	55	5	7	3,097	67	9	4	7	2,386
18	14	4	1	3,045	68	48	2	4	2,382
19	14	5	5	3,030	69	62	1	7	2,379
20	14	4	7	3,019	70	41	5	6	2,372
21	48	2	8	3,000	71	48	1	6	2,363
22	42	3	3	2,985	72	23	3	6	2,360
23	48	1	1	2,968	73	23	2	1	2,360
24	14	2	6	2,961	74	44	3	2	2,348
25	44	1	2	2,931	75	49	3	5	2,346
26	11	5	4	2,911	76	1	5	2	2,338
27	55	2	8	2,897	77	44	3	5	2,335
28	62	5	4	2,880	78	54	3	2	2,331
29	56	1	8	2,866	79	23	3	5	2,322
30	14	4	3	2,852	80	27	4	8	2,318
31	55	5	2	2,814	81	42	4	2	2,306
32	23	5	2	2,806	82	48	2	6	2,304
33	11	3	6	2,795	83	41	5	2	2,294
34	11	2	8	2,766	84	64	2	2	2,284
35	14	3	5	2,753	85	28	3	7	2,272
36	55	4	2	2,741	86	49	5	8	2,264
37	48	5	5	2,679	87	13	4	3	2,242
38	48	1	5	2,672	88	20	3	1	2,227
39	55	5	4	2,672	89	11	1	3	2,218
40	13	5	1	2,670	90	22	2	3	2,206
41	14	5	6	2,618	91	23	2	4	2,205
42	23	2	2	2,617	92	49	4	4	2,201
43	44	1	3	2,596	93	56	4	2	2,200
44	23	4	5	2,579	94	28	1	4	2,196
45	37	3	3	2,577	95	1	4	2	2,192
46	48	4	8	2,575	96	48	3	7	2,187
47	19	3	1	2,556	97	5	3	4	2,184
48	10	4	4	2,540	98	23	4	2	2,180
49	1	4	6	2,539	99	5	4	5	2,178
50	14	2	3	2,536	100	14	1	3	2,175

IME (médio) = 2,678 cm; Média geral progênies (dap) = 30,235; Ganho na seleção = 13,73 %.



TABELA 10A. Estimativas do Índice Multi-efeitos (IME), com base no caráter dap, para os cem melhores indivíduos, resultantes da seleção entre (30%) e dentro (12,5%) de progênies com k_f : 1 por repetição, para *Eucalyptus urophylla*, aos dez anos, em Selvíria-MS.

ORDEM	FAM	REP	PTA	IME	ORDEM	FAM	REP	PTA	IME
1	48	5	8	4,636	51	49	4	4	2,201
2	14	3	3	3,744	52	56	4	2	2,200
3	55	5	6	3,676	53	28	1	4	2,196
4	55	4	6	3,513	54	20	1	1	2,170
5	55	2	3	3,361	55	10	2	6	2,084
6	48	3	1	3,333	56	20	5	8	2,059
7	48	2	2	3,283	57	10	5	5	2,054
8	55	3	8	3,185	58	42	1	3	2,053
9	48	4	2	3,180	59	10	3	1	2,045
10	55	1	6	3,179	60	42	2	6	2,040
11	48	1	3	3,149	61	37	2	8	2,034
12	14	4	1	3,045	62	42	5	5	2,014
13	14	5	5	3,030	63	41	4	4	1,937
14	42	3	3	2,985	64	37	1	3	1,912
15	14	2	6	2,961	65	44	5	3	1,881
16	44	1	2	2,931	66	13	2	7	1,870
17	11	5	4	2,911	67	23	1	4	1,867
18	62	5	4	2,880	68	13	3	4	1,842
19	56	1	8	2,866	69	19	2	7	1,808
20	23	5	2	2,806	70	41	2	7	1,800
21	11	3	6	2,795	71	41	1	3	1,800
22	11	2	8	2,766	72	28	2	2	1,765
23	13	5	1	2,670	73	10	1	3	1,749
24	23	2	2	2,617	74	19	4	2	1,718
25	23	4	5	2,579	75	62	3	1	1,713
26	37	3	3	2,577	76	1	3	5	1,700
27	19	3	1	2,556	77	56	2	6	1,684
28	10	4	4	2,540	78	19	1	2	1,652
29	1	4	6	2,539	79	9	1	7	1,625
30	14	1	2	2,523	80	44	4	7	1,624
31	44	2	5	2,522	81	49	1	4	1,593
32	28	3	3	2,504	82	37	5	7	1,591
33	23	3	3	2,502	83	9	5	3	1,582
34	37	4	5	2,495	84	28	4	4	1,571
35	1	2	6	2,486	85	56	5	6	1,490
36	1	1	3	2,482	86	13	1	4	1,472
37	28	5	2	2,449	87	54	2	7	1,410
38	20	4	3	2,434	88	20	2	1	1,356
39	9	4	7	2,386	89	49	2	5	1,349
40	62	1	7	2,379	90	62	4	1	1,330
41	41	5	6	2,372	91	11	4	6	1,299
42	44	3	2	2,348	92	54	1	5	1,249
43	49	3	5	2,346	93	9	3	2	1,232
44	1	5	2	2,338	94	41	3	4	1,140
45	54	3	2	2,331	95	62	2	4	1,132
46	42	4	2	2,306	96	54	5	6	0,981
47	49	5	8	2,264	97	19	5	6	0,941
48	13	4	3	2,242	98	9	2	7	0,882
49	20	3	1	2,227	99	56	3	2	0,645
50	11	1	3	2,218	100	54	4	1	0,396

IME (médio) = 2,202 cm; Média geral progênies (dap) = 29,576 cm; Ganho na seleção = 10,27 %.

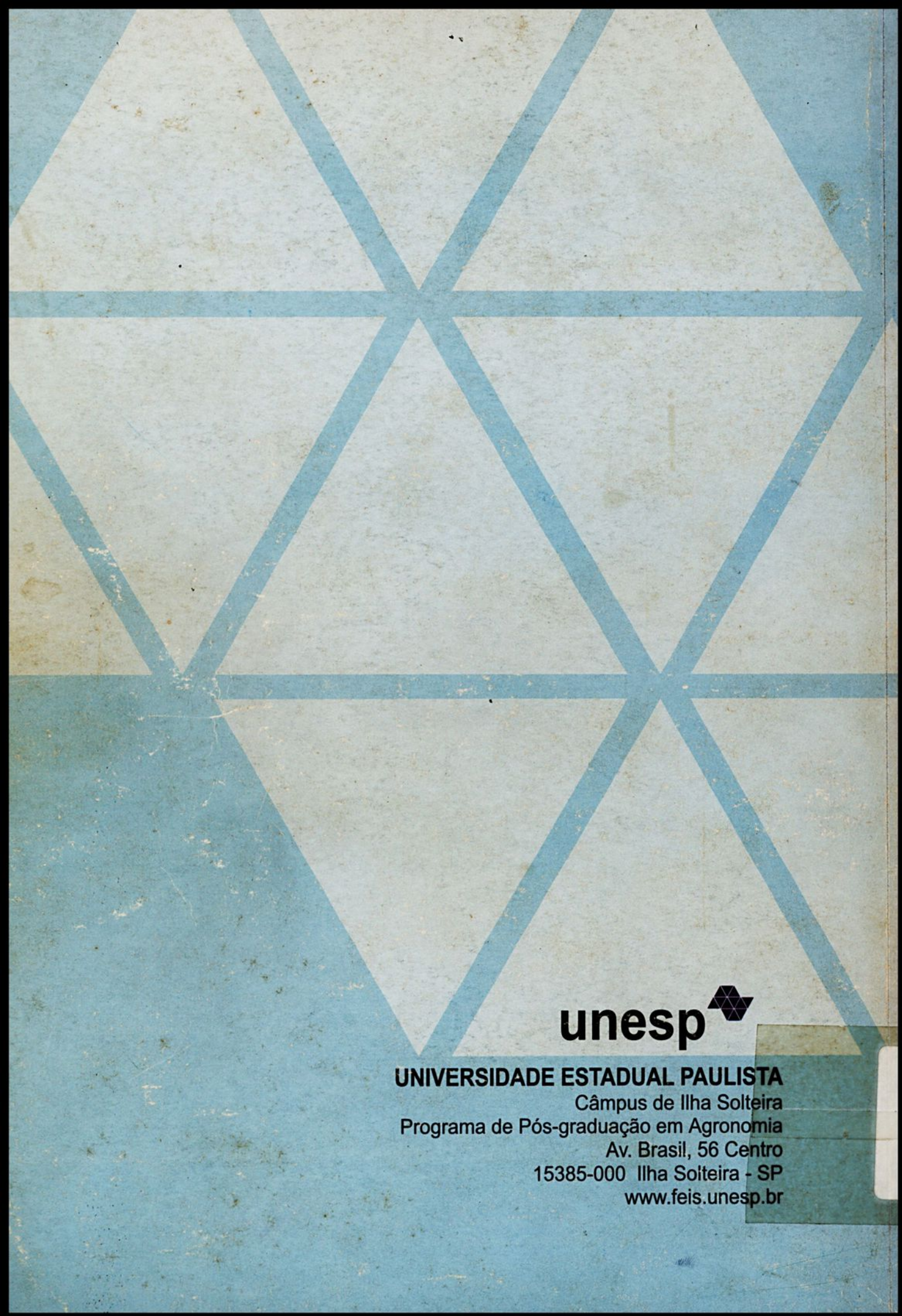
cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

TABELA 11A. Estimativas do Índice Multi-efeitos (IME), com base no caráter dap, para os cem melhores indivíduos com $k_f : 1 \leq kf \leq 5$em um teste de progênies de *Eucalyptus urophylla*, aos dez anos, em Selvíria-MS.

ORDEM	FAM	REP	PTA	IME	ORDEM	FAM	REP	PTA	IME
1	48	5	8	4,636	51	27	4	8	2,318
2	48	5	4	4,083	52	42	4	2	2,306
3	14	3	3	3,744	53	41	5	2	2,294
4	14	3	7	3,718	54	64	2	2	2,284
5	55	5	6	3,676	55	28	3	7	2,272
6	48	5	7	3,568	56	49	5	8	2,264
7	55	4	6	3,513	57	13	4	3	2,242
8	55	2	3	3,361	58	20	3	1	2,227
9	48	3	1	3,333	59	11	1	3	2,218
10	55	2	7	3,309	60	22	2	3	2,206
11	48	2	2	3,283	61	49	4	4	2,201
12	55	3	8	3,185	62	56	4	2	2,200
13	14	4	1	3,045	63	28	1	4	2,196
14	14	5	5	3,030	64	1	4	2	2,192
15	14	4	7	3,019	65	5	3	4	2,184
16	42	3	3	2,985	66	5	4	5	2,178
17	44	1	2	2,931	67	20	1	1	2,170
18	11	5	4	2,911	68	29	4	4	2,164
19	62	5	4	2,880	69	18	4	3	2,119
20	56	1	8	2,866	70	10	2	6	2,084
21	23	5	2	2,806	71	20	5	8	2,059
22	11	3	6	2,795	72	10	5	5	2,054
23	11	2	8	2,766	73	42	1	3	2,053
24	13	5	1	2,670	74	42	3	6	2,045
25	23	2	2	2,617	75	10	3	1	2,045
26	44	1	3	2,596	76	5	5	3	2,039
27	23	4	5	2,579	77	51	4	8	2,038
28	37	3	3	2,577	78	37	2	8	2,034
29	19	3	1	2,556	79	20	3	8	2,021
30	10	4	4	2,540	80	11	3	7	2,009
31	1	4	6	2,539	81	39	5	7	1,976
32	44	2	5	2,522	82	46	3	8	1,976
33	42	3	1	2,509	83	39	1	6	1,963
34	28	3	3	2,504	84	64	1	7	1,955
35	23	3	3	2,502	85	37	4	2	1,955
36	37	4	5	2,495	86	41	4	4	1,937
37	1	2	6	2,486	87	51	3	5	1,914
38	1	1	3	2,482	88	37	1	3	1,912
39	28	5	2	2,449	89	22	4	1	1,907
40	20	4	3	2,434	90	39	3	6	1,904
41	28	5	5	2,397	91	13	2	7	1,870
42	9	4	7	2,386	92	63	1	2	1,863
43	62	1	7	2,379	93	5	5	5	1,859
44	41	5	6	2,372	94	13	4	5	1,856
45	23	3	6	2,360	95	10	3	7	1,851
46	44	3	2	2,348	96	41	5	4	1,844
47	49	3	5	2,346	97	13	3	4	1,842
48	1	5	2	2,338	98	22	4	3	1,830
49	44	3	5	2,335	99	22	4	7	1,817
50	54	3	2	2,331	100	19	2	7	1,808

IME (médio) = 2,446 cm; Média geral progênies (dap) = 31,532 cm; Ganho na seleção = 12,54 %.

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Ilha Solteira
Programa de Pós-graduação em Agronomia
Av. Brasil, 56 Centro
15385-000 Ilha Solteira - SP
www.feis.unesp.br