

VARIAÇÕES FENOTÍPICAS E GENÉTICAS EM
BRACAATINGA *Mimosa scabrella* BENTHAM

SEBASTIÃO MACHADO DA FONSECA

Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF

Orientador: Prof. PAULO YOSHIO KAGEYAMA

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

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Fevereiro - 1982

OFEREÇO

ã Lourdinha, Juliane e Daniela

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos e em especial deferência

- Ao Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama, que me orientou na realização desse trabalho;

- Ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais-IPEF, pela oportunidade de realização desse trabalho;

- Às Companhias Placas do Paraná S.A., Papel e Celulose Catarinense S.A., Seiva S.A. Florestas e Indústrias, Madeireira Nacional S.A. e Braskraft S.A. Florestal e Industrial, pelo apoio fornecido para a localização, coleta de dados e de materiais das populações;

- À Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul - URPFCS/PNPF/EMBRAPA, pelo fornecimento de parte dos recursos financeiros para a realização desse trabalho;

- Ao Prof. Dr. Luiz Ernesto George Barrichelo, pelo apoio dado na área de tecnologia da madeira;

- Ao Acadêmico Milton Kanashiro, pela colaboração na marcação e coleta de materiais das populações;

- Ao Acadêmico Milton Kengi Morita, pela colaboração na instalação e coleta de dados do ensaio nas condições de viveiro;

- Às Acadêmicas Denise Maria Dorizotti, Márcia Balistiero e Maria Eugênia Martins, pela colaboração na instalação e coleta de dados dos ensaios sobre tecnologia de sementes;

- Aos Engenheiros Florestais Admir Lopes Mora e José Eliney Pinto Júnior, pelo apoio e sugestões apresentadas;

- Ao Dirley Senna, pela colaboração na computação dos dados;

- À Inês de Souza Dias, pela colaboração no trabalho de revisão.

INDICE

| | Página |
|--|--------|
| LISTA DE TABELAS | vii |
| LISTA DE FIGURAS | x |
| RESUMO | xi |
| SUMMARY | xiv |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Considerações gerais sobre a espécie | 4 |
| 2.1.1. Distribuição e ciclo de vida | 4 |
| 2.1.2. Potencialidade silvicultural e utilização da madeira | 6 |
| 2.2. Amostragem para estudo de populações | 9 |
| 2.3. Variações entre e dentro de populações | 10 |
| 2.3.1. Variações fenotípicas entre populações | 11 |
| 2.3.2. Variações genéticas entre populações | 12 |
| 2.3.3. Variações genéticas dentro de populações | 14 |
| 2.4. Dormência das sementes e diferenciação de populações | 15 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| 3.1. Material | 20 |
| 3.2. Métodos | 23 |
| 3.2.1. Escolha e Amostragem das subpopulações | 23 |
| 3.2.2. Estudo das sementes em laboratório | 24 |
| 3.2.3. Estudo da madeira e da casca em laboratório | 28 |
| 3.2.4. Estudos em condições de campo | 29 |
| 3.2.5. Análise estatística dos dados | 31 |

| | |
|--|----|
| 3.2.6. Correlação entre peso e tamanho de sementes | 35 |
| 3.2.7. Associação entre variações de características das subpopulações e a latitude do local de ocorrência | 35 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 4.1. Dados dendrométricos das subpopulações | 37 |
| 4.2. Superação da dormência das sementes | 40 |
| 4.3. Variações fenotípicas para algumas características das subpopulações | 43 |
| 4.3.1. Peso, tamanho e teor de umidade das sementes | 44 |
| 4.3.2. Variação das subpopulações em relação a métodos de superação da dormência das sementes | 49 |
| 4.3.3. Emergência de plântulas para as subpopulações aos 14 dias após a semeadura | 55 |
| 4.3.4. Espessura da casca das árvores das populações | 57 |
| 4.3.5. Densidade básica da madeira das árvores das subpopulações | 61 |
| 4.4. Variações genéticas para algumas características das subpopulações | 64 |
| 4.4.1. Emergência de plântulas | 64 |
| 4.4.2. Altura de mudas | 69 |
| 5. CONCLUSÕES | 77 |
| 6. LITERATURA CITADA | 80 |

LISTA DE TABELAS

| Número | | Página |
|--------|---|--------|
| 1 | Densidade básica e teor de lignina da madeira, rendimento, teor de carbono fixo e de cinzas do carvão das espécies <i>M. scabrella</i> e <i>E. grandis</i> | 8 |
| 2 | Valores calculados para a relação σ^2_d/σ^2_p , para a característica altura de plantas, para as espécies <i>Pinus taeda</i> , <i>Pinus patula</i> e <i>E. grandis</i> | 16 |
| 3 | Características geográficas dos locais de seleção das subpopulações de <i>M. scabrella</i> | 21 |
| 4 | Características climáticas dos locais de seleção das subpopulações de <i>M. scabrella</i> | 22 |
| 5 | Resultados do levantamento dendrométrico efetuado nas subpopulações: altura média (\bar{H}), diâmetro médio (DAP), volume cilíndrico e incremento volumétrico anual por hectare, idade, área e densidade populacional | 38 |
| 6 | Resultados do teste de superação de dormência das sementes: médias de germinação dos tratamentos em porcentagens e análise de variância para os dados transformados em arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$ | 41 |
| 7 | Resultados de peso das sementes, teor de umidade e número de sementes por quilograma para as subpopulações de bracaatinga | 45 |
| 8 | Pesos de 100 sementes e seus respectivos volumes. Valores de "r" e "t" encontrados no estudo de correlação entre as duas características | 46 |

| Número | Página |
|--|--------|
| 9 Resultados de germinação das sementes em porcentagem para diferentes tratamentos de superação de dormência e subpopulações e análise de variância dos dados transformados para arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$ | 50 |
| 10 Resultados do contraste das médias de germinação das sementes das subpopulações pelo teste Tukey | 51 |
| 11 Emergência de plântulas por subpopulação aos 14 dias após a semeadura, análise de variância e teste Tukey com os dados transformados em arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$ | 56 |
| 12 Dados de espessura da casca das árvores: médias por subpopulação e geral, erro padrão da média e coeficiente de variação entre e dentro de subpopulações | 59 |
| 13 Dados de densidade básica média da madeira das subpopulações e erro padrão da média e coeficiente de variação entre e dentro de subpopulações | 63 |
| 14 Resultados de emergência de plântulas, obtidos aos 14 dias, ao nível de progênies dentro de cada subpopulação | 65 |
| 15 Resultados da análise de variância dos dados de emergência de plântulas, ao nível de progênies por subpopulação, após transformação para arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$ | 66 |

Número

Página

| | | |
|----|---|----|
| 16 | Altura média das progênes de seis subpopulações aos 90 dias de idade | 70 |
| 17 | Resultados das análises de variância e do teste Tukey para altura de mudas ao nível de progênes e de subpopulações; parâmetros genéticos e ambientais das subpopulações | 71 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura nº | | Página |
|-----------|--|--------|
| 1 | Variação do teor de umidade das sementes em função da latitude dos locais de origem das subpopulações | 48 |
| 2 | Variação na germinação das sementes em função da latitude dos locais de origem das subpopulações | 53 |
| 3 | Representação gráfica das interações entre subpopulações e tratamentos de superação de dormência das sementes, a partir dos dados de porcentagem de germinação | 54 |
| 4 | Variação da emergência de plântulas em função da latitude dos locais de origem das subpopulações | 58 |
| 5 | Variação da espessura da casca das árvores em função da latitude dos locais de origem das subpopulações | 62 |
| 6 | Variância genética entre progênes, para emergência de plântulas, em função da latitude dos locais de origem das subpopulações | 68 |
| 7 | Variação da altura média das mudas das subpopulações em função da latitude dos locais de origem das sementes | 72 |
| 8 | Variância genética entre progênes, para altura de mudas, em função da latitude dos locais de origem das subpopulações | 74 |

VARIAÇÕES FENOTÍPICAS E GENÉTICAS EM
BRACAATINGA *Mimosa scabrella* BENTHAM

Sebastião Machado da Fonseca

Orientador: Prof. Paulo Yoshio Kageyama

RESUMO

O presente trabalho é parte integrante de uma série de estudos em desenvolvimento com a *Mimosa scabrella* Bentham pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF e Departamento de Silvicultura da ESALQ/USP, que visa fornecer subsídios para uma utilização racional da espécie em programas de implantação florestal, de melhoramento e conservação genética.

Para a realização do presente estudo tomou-se subpopulações da espécie em seis localidades dentro de sua área de ocorrência natural. Em cada subpopulação selecionada, foram efetuados levantamentos dendrométricos e marcadas 35 árvores. Destas árvores, 25 foram selecionadas considerando-se as características de vigor e retidão do tronco e 10 foram tomadas ao acaso.

De cada árvore foram coletadas sementes e amostras de madeira, utilizadas nos testes de laboratório e de viveiro. As sementes colhidas por subpopulação foram utilizadas para os estudos de determinação do teor de umidade, do tamanho e germinação das sementes bem

como para a determinação de métodos mais adequados para a superação da sua dormência. A partir das sementes estabeleceu-se também, em condições de viveiro, estudos de variações intra e interpopulacional para as características altura de mudas e emergência de plântulas.

As amostras de madeira foram utilizadas para a determinação da densidade básica da madeira e da espessura da casca das árvores, visando conhecer os padrões de variações fenotípicas destas características entre e dentro das subpopulações estudadas.

Segundo os levantamentos dendrométricos realizados, as subpopulações da espécie revelaram uma baixa densidade populacional, quando comparadas a povoamentos de outras espécies plantadas na região. Nestas condições a espécie apresenta um incremento volumétrico médio anual em torno de $27 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$, em termos de volume cilíndrico.

A dormência das sementes da espécie é devida à impermeabilidade do tegumento à penetração de água. Para a sua superação pode ser empregado tanto o método de imersão em água quente, quanto o de imersão em ácido sulfúrico concentrado.

Variações fenotípicas associadas a gradientes latitudinais foram detectadas entre as subpopulações. A característica teor de umidade das sementes tendeu a aumentar com a diminuição da latitude, enquanto a emergência de plântulas, germinação das sementes e a espessura da casca das árvores diminuíram com o decréscimo da latitude. A característica tamanho médio de sementes também variou entre subpopulações, porém, não seguindo nenhum padrão definido. Finalmente, nenhuma variação fenotípica

foi verificada para a característica densidade básica da madeira entre as seis subpopulações estudadas.

Os padrões bem definidos de variações fenotípicas observados ao nível interpopulacional, principalmente para as características germinação das sementes, emergência de plântulas e espessura da casca das árvores, sugerem a existência de uma forte contribuição genética na manifestação das mesmas.

Dentro de subpopulações, a variabilidade genética entre progênes aumentou do sul para o norte para a característica emergência de plântulas e diminuiu, nessa mesma direção, para a característica altura de mudas. A variação genética para altura de mudas só foi verificada entre as subpopulações de Campo do Tenente-PR e Curitibanos-SC, que apresentaram a maior e a menor altura média, respectivamente.

A relação variância fenotípica dentro de progênes e variância genética entre progênes (σ^2_d/σ^2_p), utilizada na determinação do sistema reprodutivo da espécie, sugere que a bracaatinga seja preferencialmente alógama. Após a sua confirmação, através de outras metodologias existentes, esse parâmetro terá grande utilidade prática para estudos dessa natureza em espécies florestais.

PHENOTYPIC AND GENETIC VARIATIONS IN BRACAATINGA

Mimosa scabrella BENTHAM

Sebastião Machado da Fonseca

Adviser: Prof. Paulo Yoshio Kageyama

SUMMARY

The present study is part of a more comprehensive research program in development with *Mimosa scabrella* Bentham by the Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais and Departamento de Silvicultura - ESALQ, with the purpose of providing the bases for a rational utilization of the species.

Subpopulations of the species were taken from six localities within its area of natural occurrence. In each subpopulation, dendrometric measurements were carried out and 35 trees were marked. Twenty five of these trees were selected considering the vigour and straightness, and 10 trees were taken at random.

Seeds and wood samples were collected from each tree for the laboratory tests and nursery trials. The collected seeds by subpopulation were utilized for the studies of humidity content and size, as well the more adequate method of dormancy breaking. Studies of inter and intra populational variation, at nursery stage, were established for the characteristics of height and emergence of seedlings.

The wood samples were utilized for the determination of their basic specific gravity and the thickness of the bark of the trees, aiming at establishing the patterns of phenotypic variations of these characteristics, both among and within subpopulations.

The dendrometric data showed a low populational density for the populations of *M. scabrella*, when compared to others species planted in the same region. In this density conditions, the species presented a mean volumetric increment around $27 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{year}$.

The seed dormancy of the species is associated to the tegument impermeability that prevents water penetration. The dormancy breaking could be done by the immersion either in hot water or concentrated sulphuric acid.

Phenotypic variations were detected among subpopulations, and associated to latitudinal gradients. The humidity content of the seeds tended to increase with decreasing latitude; the seedling emergence, seeds germination and the bark thickness of the trees had a increasing tendency as the latitude increased. The mean size of the seeds also showed a variation among subpopulations but did not show a definite pattern. Finally, no phenotypic variation was verified for wood basic specific gravity among the studied subpopulations.

The well definite patterns of phenotypic variations observed at interpopulational level, mainly for the seed germination, emergence of seedlings, and thickness of the tree bark, suggested the existence of a strong genetic contribution on their manifestation.

At within subpopulations level, the genetic variability among progenies increased from the south to the north for seedlings emergence, and decreased for plant height in the same direction. The genetic variation for seedlings height was verified only between Campo do Tenente-PR and Curitibaanos-SC subpopulations, which showed the greatest and the smallest mean height, respectively.

The relation between phenotypic variation within progenies and genetic variation among progenies (σ^2_d/σ^2_p), utilized for the determination of the mating system of the species, suggest that bra-caatinga is preferably cross-pollinating. After its confirmation, through other existing methodologies, this parameter should have great practical utilization for this kind of research with forest species.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, como em outros países de clima tropical, uma exploração puramente extrativista vem sendo empregada para as espécies nativas. Esse tipo de exploração, aliado ao desconhecimento do modo de reprodução e de regeneração das diferentes espécies, tem ocasionado uma deterioração da base genética e até mesmo a extinção de populações das espécies de maior importância econômica.

O desconhecimento das particularidades genéticas das populações e das exigências culturais das espécies nativas é, em grande parte, responsável pelas afirmações feitas a respeito do baixo potencial de crescimento de muitas de nossas espécies.

Ainda que muitos estudos venham sendo realizados para diversas espécies nativas, com referência ao seu potencial tecnológico, raríssima ou quase nenhuma atenção tem sido dada a estudos básicos visando conhecer a biologia dessas espécies e a estrutura genética das suas populações. Tais estudos são imprescindíveis para o sucesso dos plantios com as espécies nativas e, sobretudo, em programas de melhoramento e de conservação genética das mesmas.

A *Mimosa scabrella* Bentham é uma espécie pioneira, conhecida vulgarmente por bracaatinga, de ocorrência generalizada nas montanhas e planaltos dos estados da região sul do Brasil. Nas condições de vegetação primária, sua ocorrência é descontínua, tornando-se, porém, muito abundante nas áreas onde a vegetação primária foi totalmente devastada e submetida às queimas. Nestes casos, a espécie forma associações puras dispersas por vastas áreas do planalto sulino.

A madeira da espécie vem sendo utilizada no sul do Brasil, principalmente para a queima direta e para a produção de carvão vegetal. Alguns estudos têm revelado a sua potencialidade para a produção de celulose e de chapas aglomeradas, entre outras finalidades.

A utilização mais intensa da madeira da espécie como fonte alternativa de energia vem recebendo maior atenção, face a crise atual do petróleo e às características excelentes de sua madeira para esse fim.

A falta de informações genéticas básicas sobre a espécie e sobre técnicas silviculturais adequadas para sua utilização, motivaram o desenvolvimento de uma série de pesquisas com a mesma, pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF e Departamento de Silvicultura da ESALQ/USP.

Tais estudos vem sendo desenvolvidos basicamente com populações regeneradas após fogo, que podem ou não ser representativas de procedências da espécie. Desta forma, preferiu-se adotar a terminologia subpopulação para caracterizar um conjunto de árvores naturalmente regeneradas após a ocorrência do fogo.

O presente trabalho é parte integrante dessa série de estudos em andamento com a espécie e tem os seguintes objetivos:

- a. obter informações sobre o crescimento e a densidade populacional de subpopulações da espécie crescendo em condições naturais, em diferentes áreas dentro de sua região de ocorrência;
- b. determinar métodos mais adequados para a superação da dormência das sementes da espécie;
- c. obter informações sobre os padrões de variações fenotípicas e genéticas para algumas características da espécie e sua relação com as condições dos locais de crescimento das subpopulações.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações gerais sobre a espécie

2.1.1. Distribuição e ciclo de vida

A *Mimosa scabrella* Bentham é uma espécie arbórea pertencente à família Leguminosae, subfamília Mimosoideae e, segundo VIANNA (1944), se distribui pelas montanhas e planaltos dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No último estado verifica-se as últimas manchas meridionais da espécie nas serranias dos municípios de Caxias do Sul, Bento Gonçalves e Caí. Ainda quanto a sua distribuição, REITZ *et alii* (1978) citam que a espécie, no Estado de Santa Catarina, ocorre em toda região do planalto, desde o extremo norte ao extremo sul, e da sua borda Oriental até Xanxerê e Chapecô. Como elemento raro e de dispersão descontínua é encontrada nos diferentes núcleos de pinhais existentes na zona da mata pluvial da encosta atlântica,

Sua frequência, segundo REITZ *et alii* (1978), é descontínua, tornando-se às vezes muito abundante particularmente nos pinhais

semidevastados e nas condições de vegetação secundária. Na parte oriental do planalto, frequentemente forma associações puras nas áreas onde a vegetação primária foi totalmente devastada e submetida às queimas. Essas são as tão conhecidas matas de bracaatinga dispersas por vastas áreas no planalto Catarinense.

WAHNSCHAFFE (1934) cita como sendo de 10 a 12 anos o ciclo de vida da *M. scabrella* e que a partir desta idade as árvores secam e a deterioração de sua madeira ocorre rapidamente. SANTOS (1957) menciona que, mesmo nas condições de ocorrência natural da espécie, as árvores não vegetam mais que 20 anos. Um exemplar mais velho por ele conhecido, com 16 anos de idade, já apresentava todos os indícios de decrepitude, mesmo tendo sido adubado convenientemente com solo de mata.

FERRAZ e FONSECA (1980) estudando o padrão de crescimento da espécie, pela análise de densidade da madeira dos anéis através de radiação gama, chegaram a resultados que confirmam o curto ciclo de vida da mesma. Observaram que a espécie apresenta um rápido crescimento nos primeiros 5 ou 6 anos de idade, atingindo em seguida um patamar de lento crescimento por 4 a 5 anos, entrando a partir daí numa fase de declínio vital. A curva de crescimento das árvores passa por um máximo quando estas atingem 8,6 anos de idade.

REITZ *et alii* (1978) citam que, de uma maneira geral, o período de florescimento da espécie é de julho a setembro e o de frutificação de janeiro a março.

2.1.2. Potencialidade silvicultural e utilização da madeira

Quanto ao aspecto silvicultural, vários autores como HOEHNE (1930), VIANNA (1944), SANTOS (1957), ASSIS *et alii* (1971), MATTOS e MATTOS (1973) e REITZ *et alii* (1978) enaltecem a *M. scabrella* quanto ao seu pioneirismo, além da sua precocidade e agressividade na ocupação natural de áreas semidevastadas pela exploração da *Araucaria angustifolia* e de outras espécies nativas. Segundo REITZ *et alii* (1978), a sua prolífica produção anual de sementes, as quais germinam rapidamente após a queima da vegetação, a torna muito indicada para reflorestamento em povoamentos puros.

Em condições naturais, as árvores podem atingir alturas de 15 a 20 metros ou mais e diâmetros de 40 a 50 centímetros à altura de 1,30 m do solo (REITZ *et alii*, 1978). Quando cultivada, SANTOS (1957) menciona que a espécie apresenta um rápido crescimento nos 3 (três) primeiros anos, diminuindo a partir daí o seu crescimento em altura e aumentando o seu crescimento em diâmetro. Em geral, segundo o autor, árvores com 10 anos de idade apresentam, em média, 8 a 12 metros de altura e, excepcionalmente, 40 centímetros de diâmetro na base do tronco. Menciona ainda que a espécie não regenera por talhadia, isto é, após o corte as árvores não rebrotam.

No sul do Brasil, a *M. scabrella* vem sendo estudada, juntamente com outras espécies florestais, em áreas alteradas pela exploração do xisto. Nestas condições de solo com baixa fertilidade e baixo teor de matéria orgânica, a espécie vem sendo considerada como a de maior potencial para a recuperação paisagística da área e de fertilidade do

do solo, em virtude de suas características de rápido crescimento e deposição de grandes quantidades de matéria orgânica rica em elementos minerais (POGIANI *et alii*, 1981). Além disso, a *M. scabrella*, sendo uma leguminosa, apresenta a capacidade de fixação do nitrogênio atmosférico no solo através dos nódulos formados nas suas raízes, pelas bactérias do gênero *Rhizobium*.

BARRICHELO (1968) observou que a celulose sulfato, obtida a partir da madeira do *M. scabrella*, apresentava razoável resistência à tração e arrebentamento, porém baixa resistência ao rasgo. ASSIS *et alii* (1968) verificaram que as celulosas de madeira da espécie, obtidas pelos processos Sulfito e Sulfato, eram inferiores às de eucalipto. Recomendam, entretanto, o uso dessas celulosas em misturas com outras de melhor qualidade para a fabricação de papéis e cartolina, onde não se exige alta resistência física. BARRICHELO e FOELKEL (1975), comparando a celulose obtida da madeira de *M. scabrella* com a de *E. saligna*, ambas obtidas pelo processo sulfato, concluíram que a primeira fornece celulose de razoável qualidade, podendo ser cogitada a sua utilização para fabricação de papéis, principalmente dos tipos para escrita e impressão.

Segundo REITZ *et alii* (1978), a madeira de *M. scabrella* vem sendo utilizada no sul do Brasil basicamente para queima direta ou para produção de carvão vegetal. BRITO *et alii* (1979), comparando a madeira da espécie com a do *E. grandis* para a produção de carvão vegetal, verificaram a superioridade da *M. scabrella* para densidade básica e teor de lignina da madeira e também para o rendimento e teor de carbono fixo do carvão produzido. Esses resultados são expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Densidade básica e teor de lignina da madeira, rendimento, teor de carbono fixo e de cinzas do carvão das espécies *M. scabrella* e *E. grandis*

| Parâmetros Estudados | Espécie | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|
| | <i>M. scabrella</i> (8 anos) | | | <i>E. grandis</i> (6 anos) | | |
| | \bar{x} | SX | C.V. | \bar{x} | SX | C.V. |
| Densidade básica (g/cm ³) | 0,580 | 0,002 | 0,79 | 0,478 | 0,06 | 4,06 |
| Teor de lignina (%) | 24,1 | 0,137 | 1,79 | 22,3 | 0,427 | 6,04 |
| Rend. de Carvão (%) | 28,2 | 0,114 | 1,28 | 26,4 | 0,148 | 1,78 |
| Carbono Fixo (%) | 75,1 | 0,170 | 0,71 | 72,0 | 0,243 | 1,07 |
| Teor de Cinzas (%) | 1,9 | 0,060 | 10,53 | 0,7 | 0,060 | 25,71 |

\bar{x} - média

SX = erro padrão da média

C.V. = coeficiente de variação (%)

FONTE: BRITO *et alii* (1979)

2.2. Amostragem para estudo de populações

Com relação a amostragem de populações, visando a colheita de sementes para teste de procedências, KEMP (1976) recomenda:

a. número de amostras: um mínimo de 5 (cinco) ou 6 (seis) locais devem ser amostrados para um teste de procedência. A amostragem deve incluir os limites extremos e o centro de variação geográfica da distribuição da espécie;

b. natureza da distribuição: se a distribuição da espécie segue uma faixa estreita e contínua, e é paralela ao maior gradiente ambiental, tal como latitude e precipitação, a amostragem deve ser efetuada a intervalos de meio, um ou dois graus de latitude, dependendo da distância total a ser coberta.

Para a amostragem de árvores dentro de populações devem ser considerados os seguintes aspectos:

a. número de árvores: Callaham (1964), citado por KEMP (1976), recomenda de 5 a 10 indivíduos em populações homogêneas e de 25 a 50 em populações heterogêneas;

b. escolha das árvores: Callaham (1964) e Bennet (1970), citados por KEMP (1976), mencionam que o ideal seria efetuar uma amostragem ao acaso, porém estratificada, para assegurar igual representatividade de todas as classes de árvores da população. Tal procedimento, segundo KEMP (1976), seria difícil de ser seguido em muitas áreas de florestas naturais, onde os povoamentos e condições de solo são frequentemente

irregulares. Face a isto, o próprio Callaham (1964), citado por KEMP (1976), concorda que na prática algum grau de julgamento na escolha das árvores a serem amostradas é aconselhável, para evitar indivíduos atacados por doenças, deformados e aqueles com baixa produção de sementes. O método frequentemente praticado é a coleta de sementes de árvores das classes codominantes e dominantes, a intervalos de cerca de 100 metros, visando evitar tanto quanto possível a inclusão de indivíduos aparentados na colheita. KEMP (1976) relata que a seleção deliberada apenas daquelas árvores com características fenotípicas desejáveis não é recomendável para testes de procedências, ainda que possa ser feita para outros objetivos. A aparente redução de variabilidade causada pela seleção deliberada, se efetiva, não é necessariamente benéfica quando o material é transferido para uma condição ambiental diferente. Finalizando, o autor menciona que a inclusão proposital de árvores excepcionalmente retas e bem formadas na colheita se justifica visando a complementação da amostra total.

2.3. Variações entre e dentro de populações

Variações entre e dentro de populações de espécies florestais tem há longo tempo sido reconhecidas. Segundo DORMAN (1976), grande parte dos esforços dispendidos nos estudos de populações tem sido dirigida para a determinação do padrão e da grandeza das variações dentro das espécies para numerosas características. Esses estudos vêm sendo conduzidos ao nível de populações dentro de espécie e de árvores dentro de populações, visando dar ao melhorista florestal subsídios para uma

manipulação adequada dos fatores genéticos e ambientais envolvidos na variabilidade observada em cada característica.

2.3.1. Variações fenotípicas entre populações

Ainda que os estudos de variações de população, sob o ponto de vista genético, devam ser dirigidos para a determinação do padrão e da magnitude das variações genéticas existentes, DORMAN (1976) menciona que os mesmos são geralmente caros e demandam períodos longos de tempo para sua realização. Segundo o autor, no início de um programa com uma espécie desconhecida e com ampla distribuição geográfica de ocorrência, os estudos de variações fenotípicas deveriam preceder os de variações genéticas. Estes visariam a detecção de correlações entre as características morfológicas e os fatores ambientais importantes, a redução do número de populações a serem testadas e um melhor direcionamento dos testes a serem realizados. Além disso, possibilitariam a obtenção de informações importantes sobre a potencialidade silvicultural das populações da espécie estudada, quando para utilização das mesmas nos respectivos locais de ocorrência natural.

Os padrões de variação fenotípica para *P. taeda* e *Pinus elliottii* var. *elliottii* nos Estados Unidos, segundo DORMAN (1976), tem revelado variações do tipo contínua, descontínua e aleatória, em função da característica estudada. O autor cita que algumas características morfológicas em *P.taeda*, tais como de sementes, acículas e a densidade da madeira, mostram um padrão de variação contínua na direção norte-sul de sua distribuição natural. Essa é a direção na qual os fatores climáticos

variam mais rapidamente. Outras características da espécie, como produção de resina e volume de madeira, não têm manifestado nenhum padrão sistemático de variação, ainda que variem de local para local.

VAN der SLOOTEN *et alii* (1976) estudando a densidade da madeira de *P. elliottii* var. *elliottii* em populações implantadas no sul do Brasil, observaram um decréscimo contínuo nos valores da densidade no sentido norte-sul, de 0,434 g/cm³ na região mais norte (Itapetininga-SP) a 0,331 g/cm³ na região mais sul (São Francisco de Paula-RS). Padrão de variação semelhante foi detectado por KAGEYAMA *et alii* (1978) na densidade da madeira de *P. taeda*, em árvores superiores da espécie, selecionadas no sul do Brasil.

THULIN e MILLER (1964), estudando características de sementes de *Larix decidua*, detectaram uma correlação altamente significativa entre altitude do local de origem e tamanho das sementes. Para *Juglans nigra*, BEY (1970) não encontrou nenhum padrão de variação para o peso de sementes em função do local de coleta das mesmas, ainda que o peso de 25 sementes tenha variado de 12 a 30 gramas entre as origens.

2.3.2. Variações genéticas entre populações

Variações genéticas entre populações dentro de espécies florestais têm surgido como um resultado da adaptação das espécies às condições edafoclimáticas distintas. Assim, é de se esperar que populações ocorrendo em diferentes condições ecológicas tenham diferentes características adaptativas. Embora as populações estejam classificadas como

pertencentes a uma mesma espécie, geralmente variam na sua constituição genética, em função de sua adaptação a diferentes habitats (KAGEYAMA, 1977).

O padrão de variação genética entre populações de uma espécie pode ser do tipo clinal (variação contínua) ou ecotípica (variação descontínua). Segundo STYLES (1976), o ecotipo se caracteriza por uma diferenciação brusca entre as populações de uma mesma espécie, pela impossibilidade de troca de genes entre elas devido a barreiras ecológicas ou geográficas, não existindo, porém, barreiras genéticas impedindo o fluxo gênico entre as mesmas. O termo "cline" é utilizado para descrever as variações de características nas populações que são relacionadas a gradientes ambientais. Assim, um padrão de variação contínua nas características associado com um gradiente ecológico é denominado de ecocline, com fatores geográficos de topocline, etc. O "cline" não é uma categoria taxonômica, mas sim um termo usado para descrever um tipo particular de variação contínua para uma dada característica entre as populações de uma espécie.

CLAUSEN (1967) realça a importância do conhecimento do padrão de variação entre populações de uma espécie para a definição da estratégia básica para qualquer programa de melhoramento. Neste sentido, WRIGHT (1964) menciona que no caso da variação ser descontínua é importante conhecer os limites dos ecotipos. Se ocorre uma variação contínua, é possível prever o comportamento de uma população não estudada através das populações situadas nos extremos opostos da sua distribuição natural.

Segundo READ (1976), a experiência de várias décadas tem mostrado que um dos melhores métodos para a detecção de variações genéticas entre populações de uma espécie é o teste de procedências,

Tais testes consistem em coletar sementes de árvores de diferentes localidades geográficas e plantá-las, segundo um delineamento estatístico adequado, em uma ou mais condições ambientais. As diferenças observadas entre as origens de sementes são consideradas como sendo de natureza genética (READ, 1976 e DORMAN, 1976).

Os objetivos dos testes de procedências, segundo READ (1976), tem um cunho prático e outro experimental. Na prática, o objetivo é determinar a origem de sementes que melhor se adapta para plantios dentro de uma dada região. Como método experimental, tal técnica fornece importantes informações sobre os padrões de variações genéticas, sobre a grandeza dessas variações e das interações de genótipos por ambientes.

2.3.3. Variações genéticas dentro de populações

O sucesso de um esquema seletivo visando o melhoramento genético, ou de um método de amostragem de população visando a conservação, vai depender da magnitude da variação genética disponível na população e do sistema reprodutivo da espécie. Assim, o conhecimento da estrutura genética de uma população é de importância fundamental quando a mesma será manipulada geneticamente. A estimativa de parâmetros genéticos da população é possível através de testes de progênies de indivíduos tomados ao acaso ou selecionados na população a ser estudada.

Segundo VENCOSKY (1978), as componentes da variação total de um caráter quantitativo que estão presentes em ensaios de progênies, mesmo os conduzidos num só local e ano, são: σ^2_{ew} - variância ambiental dentro das parcelas, σ^2_{gw} - variância genética entre plantas dentro das parcelas (progênies), σ^2_e - variância ambiental entre parcelas e σ^2_p - variância genética entre as parcelas (progênies). Das componentes mencionadas, somente as σ^2_p e σ^2_{gw} são de natureza genética e ambas compõem a variação genética total (σ^2_g) da população em teste.

O significado genético e a magnitude de σ^2_p e σ^2_{gw} dependem da natureza genética do material ensaiado. A contribuição de cada uma na variância genética total vai depender do sistema de cruzamento da espécie e da ocorrência ou não de endogamia na população. A variância genética total em espécies autógamas ou naquelas alógamas com elevado índice de endogamia tenderá a ser igual a variância entre progênies (VENCOSKY, 1978 e FALCONER, 1960).

Na Tabela 2 são apresentados os valores de relações entre a variância fenotípica entre plantas dentro das parcelas (σ^2_d) e a variância genética entre progênies (σ^2_p) para a característica altura de plantas, calculados a partir de estimativas efetuadas por STONECYPHER *et alii* (1973) para *Pinus taeda*, KAGEYAMA *et alii* (1977) para *Pinus patula* e KAGEYAMA (1980) para *Eucalyptus grandis*.

2.4. Dormência das sementes e diferenciação de populações

Aproximadamente dois terços das espécies florestais apresentam um certo grau de dormência nas sementes (KRAMER e KOZLOWSKY, 1960).

Tabela 2. Valores calculados para a relação σ^2_d/σ^2_p , para a característica altura de plantas, para as espécies *Pinus taeda*, *Pinus patula* e *E. grandis*

| Espécie | Idade (anos) | Relação σ^2_d/σ^2_p | Tipos de progênies | Nº de Famílias | Autores |
|-------------------|--------------|---------------------------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 16,4 | Polinização aberta | 280 | STONECYPHER <i>et alii</i> (1973) |
| <i>P. taeda</i> | 6,0 | 11,2 | Polinização aberta | 280 | STONECYPHER <i>et alii</i> (1973) |
| <i>P. taeda</i> | 4,0 | 20,4 | Polinização controlada | 60 | STONECYPHER <i>et alii</i> (1973) |
| <i>P. taeda</i> | 5,0 | 20,6 | Polinização controlada | 74 | STONECYPHER <i>et alii</i> (1973) |
| <i>E. grandis</i> | 2,0 | 15,3* | Polinização aberta | 49 | KAGEYAMA (1980) |
| <i>P. patula</i> | 5,0 | 17,4** | Polinização aberta | 36 | KAGEYAMA <i>et alii</i> (1977) |

* Média de estimativas de 5 locais, com amplitude de 6,29 a 33,54

** Média de estimativas de 2 locais, com amplitude de 12,8 a 21,9

KRUGMAN *et alii* (1974) afirmam que a causa da dormência pode ser devida a fatores ambientais e genéticos, de forma simultânea ou não. A predominância de um deles está correlacionada com as condições reinantes durante a maturação, colheita, extração, armazenamento e germinação das sementes. Desta forma, tanto a dormência quanto o grau em que ela ocorre é bastante variável, podendo diferir anualmente, inclusive dentro da mesma localidade (KOZLOWSKY, 1972).

As espécies pioneiras geralmente possuem mecanismos especiais para manter suas sementes dormentes no solo quando as condições são desfavoráveis ao desenvolvimento de suas mudas (FARNWORTH e GOLLEY, 1973). Tais espécies são capazes de se estabelecerem rapidamente em uma área, após a eliminação da vegetação existente (WEAVER e CLEMENTS, 1950; SPURR e BARNES, 1973).

CARVALHO e NAKAGAWA (1980) fazem referência a espécies de sementes de alta longevidade, tal como a *Mimosa glomencita*, que apresentou sementes viáveis por mais de 221 anos, e outras leguminosas como a *Astragalus massiliensis*, *Dioclea paucifera* e *Cassia bicapsularis*, cujas sementes permaneceram viáveis por períodos de 100 a 150 anos. Certas espécies de sementes perdem sua viabilidade dentro de uma semana em condições ambientais de armazenamento, tais como as de *Acer sacharium*, *Zigana aquatica*, *Salix japonica* e *Salix pierotti*.

Segundo SPURR e BARNES (1973), a distribuição geográfica das espécies, associada às alterações ambientais, pode ser um fator de alta influência sobre a dormência das sementes de algumas espécies. Espécies com ampla área de distribuição geográfica estão sujeitas a forças de

seleção natural de intensidades diversas, levando os indivíduos a uma diferenciação genética como forma de adaptação aos seus respectivos meios.

Pode-se concluir, então, que se a dormência das sementes tem um grande valor adaptativo, espécies com uma grande área de distribuição geográfica deveriam exibir variações na expressão desta característica (STERN e ROCHE, 1974).

A dormência das sementes pode ser de natureza física ou fisiológica. A imaturidade do embrião, impermeabilidade do tegumento à penetração de água e gases, tegumentos que oferecem resistência ao crescimento do embrião, dormência endógena do embrião e presença de substâncias inibidoras de crescimento são fatores da própria semente causadores de dormência (VEGIS, 1956; KOZLOWSKY, 1971 e 1972)

A impermeabilidade do tegumento à penetração de água é uma causa vulgar de dormência em sementes, característica de certas famílias como Leguminosae, Malvaceae, Chenopodiaceae, Liliaceae e Solanaceae (KRAMER e KOZLOWSKY, 1960; KOZLOWSKY, 1972; KRUGMAN *et alii*, 1974).

A estrutura do tegumento, que em muitos casos impede a entrada da água, é formada por camada de células paliçádicas de paredes fortes, coberta superficialmente por uma camada cuticular cerosa. A ruptura desta camada é prontamente seguida pela inchação da semente, que passa a absorver água, e a germinação começa quase que imediatamente (KOZLOWSKY, 1972).

Sacco (1974), citado por BIANCHETTI (1981), relaciona os seguintes métodos para superar esse tipo de dormência: uso de solventes

(água quente, álcool, acetona, etc.), escarificação com ácido sulfúrico concentrado, escarificação mecânica, exposição a altas temperaturas, resfriamento rápido e aumento da tensão de oxigênio.

BIANCHETTI (1981) estudou diversos métodos para superação da dormência de sementes de *M. scabrella*. Os melhores resultados de germinação, a partir do método imersão em água quente, foram conseguidos a temperaturas entre 70 e 96°C, obtendo uma germinação de até 85,2%. Percentagens de germinação semelhantes (86%) foram conseguidas pelo método de imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado por 1 a 4 minutos.

KANASHIRO *et alii* (1979), testando a velocidade de germinação de sementes de *M. scabrella* a diferentes regimes de temperatura, concluíram como sendo mais eficiente a temperatura constante de 25°C, em períodos de 5 e 10 dias.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Para a realização do presente estudo foram selecionadas subpopulações de *M. scabrella*, regeneradas naturalmente após fogo, em 6 (seis) localidades dentro de sua área de ocorrência natural. O termo subpopulação está sendo usado para caracterizar um conjunto de árvores que pode ou não representar uma procedência.

As características geográficas e climáticas dos locais de seleção são apresentadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3. Características geográficas dos locais de seleção das subpopulações de *M. scabrella*

| Município/Estado | Latitude(S) | Longitude(W) | Altitude(m) |
|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| Lages-SC | 27 ^o 48' | 50 ^o 20' | 916 |
| Curitibanos-SC | 27 ^o 18' | 50 ^o 35' | 950 |
| Campo do Tenente-PR | 26 ^o 00' | 49 ^o 40' | 900 |
| Curitiba-PR | 25 ^o 20' | 45 ^o 10' | 900 |
| Guarapuava-PR | 25 ^o 20' | 51 ^o 30' | 1120 |
| Jaguariaíva-PR | 24 ^o 10' | 45 ^o 50' | 740 |

Tabela 4. Características climáticas dos locais de seleção das subpopulações de *M. scabrella*

| Município/Estado | Temperatura (°C) | | Precipitação Total Anual (mm) | Evapotranspiração Potencial Total Anual (mm) | Déficit Hídrico Total Anual (mm) | |
|---------------------|------------------|--------------------|-------------------------------------|---|--|--------------------|
| | Média Anual | Máxima Absoluta | | | | Mínima Absoluta |
| Lages-SC | 15,6 | 35,5 | -6,0 | 1.357,7 | 966 | 4,0 |
| Curitibanos-SC | 15,1 | 34,8 | -9,8 | 1.528,5 | 989 | 5,0 |
| Campo do Tenente-PR | 16,4 | 35,8 | -7,9 | 1.336,0 | 909 | 1,0 |
| Curitiba-PR | 16,6 | 34,8 | -5,2 | 1.479,7 | 1054 | 0,0 |
| Guarapuava-PR | 16,6 | 32,6 | -8,4 | 1.708,1 | 1121 | 0,0 |
| Jaguariaíva-PR | 17,6 | 35,0 | -3,0 | 1.424,3 | 1100 | 0,0 |

FONTE: Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária. Zoneamento Agroclimático do Estado de Santa Catarina. Porto Alegre, Ed. Pallottii, 1978, 150 p.

3.2. Métodos

3.2.1. Escolha e Amostragem das subpopulações

Na escolha e amostragem das subpopulações procurou-se seguir a metodologia recomendada por KEMP (1976). As subpopulações foram selecionadas numa faixa compreendida pelas latitudes $27^{\circ}48'$ e $24^{\circ}10'$ e longitudes $51^{\circ}30'$ e $45^{\circ}10'$ a intervalos de aproximadamente um grau de latitude. A altitude dentro da área amostrada variou de 740 a 1120 metros. Para a caracterização das subpopulações selecionadas, efetuou-se levantamentos dendrométricos e a coleta de materiais de cada uma delas.

3.2.1.1. Levantamentos dendrométricos dentro das subpopulações

Para a obtenção de dados dendrométricos das subpopulações foram marcadas, ao acaso em cada uma delas, 4 (quatro) parcelas com dimensões de 50 x 10 m. As parcelas foram locadas de maneira que seu maior comprimento sempre cobrisse o sentido de maior variação ambiental da área. Levantou-se o número de árvores e mediu-se a altura total e o diâmetro (DAP) de todas as árvores contidas nas parcelas.

3.2.1.2. Coleta de materiais para estudos

Dentro de cada subpopulação foram marcadas 35 árvores, a intervalos médios de 50 metros e mínimos de 20 metros, para coleta de sementes e de amostras de madeira. Das árvores marcadas, 10 foram tomadas

ao acaso e 25 foram selecionadas para as características de vigor e re-
tidão do tronco.

Nas 10 árvores tomadas ao acaso, as sementes foram coleta-
das e misturadas em quantidades iguais por árvore, obtendo-se assim uma
amostra composta, considerada a testemunha da subpopulação. Das 25 árvo-
res selecionadas, as sementes foram colhidas e mantidas separadas indivi-
dualmente por matriz.

Após a derrubada das árvores para a coleta das sementes,
foram retirados discos de madeira das mesmas, com aproximadamente 2,0 cm
de espessura. Nas 25 árvores selecionadas, os discos foram tirados em 6
(seis) posições diferentes do tronco, a saber: região basal do tronco,
altura do DAP, a 1/4, 1/2 e 3/4 da altura do tronco não bifurcado da árvo-
re e a 20 cm abaixo do ponto de bifurcação da copa da árvore. Das 10
árvores tomadas ao acaso, sō foram tirados discos correspondentes à re-
gião do DAP. Todos os discos foram identificados por árvore e por posi-
ção na árvore.

3.2.2. Estudo das sementes em laboratório

Com as sementes colhidas nas subpopulações foram realiza-
dos estudos em laboratório, visando detectar variações no peso das semen-
tes entre e dentro de subpopulações, determinar métodos mais adequados
para a superação da sua dormência e detectar variações no grau de dormên-
cia das sementes entre as subpopulações.

3.2.2.1. Determinação do peso de 100 sementes por subpopulação

Para este estudo foram tomadas ao acaso 15 árvores, entre as 25 selecionadas, por subpopulação. De cada uma das árvores tomou-se uma amostra de 100 sementes e determinou-se o seu peso, após o acondicionamento das mesmas em câmara seca até peso constante.

Para representar o peso de 100 sementes de cada subpopulação, tomou-se a média dos pesos das 15 amostras, após efetuada a correção para 10% de umidade. A partir do peso de 100 sementes, padronizado para o teor de 10% de umidade, foi estimado o número de sementes por quilograma para cada subpopulação.

Paralelamente à determinação do peso das sementes, foi obtido o teor de umidade em equilíbrio higroscópico com a câmara seca, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976).

3.2.2.2. Superação da dormência das sementes

A superação da dormência foi estudada em amostras de sementes da subpopulação de Lages-SC, testando-se os seguintes métodos:

- a. imersão das sementes em água a diferentes temperaturas;
- b. imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado por diferentes tempos; e
- c. tratamento das sementes a choque térmico em estufa a seco e a úmido.

Os tratamentos com água constituíram-se na imersão das sementes, por 5 (cinco) minutos, em água a temperatura constante. As temperaturas dos tratamentos variaram de 30 a 100°C, com intervalos de 10°C. Como testemunhas foram utilizadas: imersão das sementes, por 5 (cinco) minutos, em água a temperatura ambiente, 28°C (T_1) e, imersão das sementes em água em ebulição, afastando a fonte de calor até a água atingir a temperatura ambiente (T_2). Este último é o tratamento comumente utilizado na prática para a superação da dormência das sementes desta espécie.

Com o ácido sulfúrico concentrado (98%), os tratamentos constituíram-se na imersão das sementes no ácido durante os tempos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 15, 20, 30, 40 e 60 minutos. Transcorrido o tempo de imersão, as sementes foram imediatamente lavadas em água corrente.

Para os tratamentos de choque térmico foram utilizadas estufas reguladas a temperaturas de 70 e 105°C. O tempo de permanência das sementes nas estufas, a essas temperaturas, foi de 5 (cinco) minutos para ambos os tratamentos. No tratamento choque térmico a úmido as sementes foram submetidas ao calor imersas em água e no tratamento a seco as sementes foram expostas diretamente ao calor.

No tratamento a úmido, as temperaturas da água na qual as sementes foram imersas, após decorridos 5 (cinco) minutos de permanência nas estufas, atingiram 55 e 80°C., para as estufas reguladas a 70 e 105°C, respectivamente.

Após a aplicação dos tratamentos para a superação de dormência, as sementes foram colocadas em germinador regulado a temperatura constante de 25°C. Efetuou-se contagens aos 5 e 10 dias, conforme

preconizado por KANASHIRO *et alii* (1979). As sementes foram tratadas com o fungicida Tiuram (1,5 g do produto por kg de sementes) antes de serem colocadas no germinador.

O delineamento experimental utilizado para a instalação do ensaio foi o inteiramente casualizado com 27 tratamentos e 4 repetições, sendo cada repetição representada por um "gerbox" com 50 sementes.

3.2.2.3. Estudo das subpopulações em relação a métodos de superação de dormência das sementes

De cada subpopulação foram separadas amostras constituídas de 2400 sementes. Cada amostra, composta de sementes de 21 árvores, foi devidamente homogeneizada e identificada por subpopulação.

Para a superação da dormência das sementes foram utilizados dois métodos: imersão em água quente e imersão em ácido sulfúrico concentrado (98%). Para o método imersão em água quente, as sementes foram imersas em água, por 5 (cinco) minutos, às temperaturas constantes de 30, 60 e 90°C. Os tratamentos com ácido sulfúrico constituíram-se na imersão das sementes no ácido por tempos de 1, 20 e 40 minutos.

Após a superação da dormência, as sementes foram tratadas com o fungicida Tiuram e postas em germinador à temperatura constante de 25°C, com contagens aos 5 e 10 dias.

O ensaio constou de um fatorial 5 x 6, com cinco subpopulações e seis tratamentos de superação de dormência, segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 repetições. Cada repetição constou de um "gerbox" com 50 sementes.

3.2.3. Estudo da madeira e da casca em laboratório

A partir dos discos de madeira tirados das árvores foram determinadas a densidade básica da madeira e a espessura da casca, visando verificar a magnitude e a variabilidade destas características nas subpopulações da espécie crescendo em condições naturais.

3.2.3.1. Determinação da densidade básica da madeira

Na determinação da densidade básica da madeira adotou-se a metodologia preconizada por BARRICHELO (1979). Determinou-se as densidades básicas da madeira, a partir de amostras retiradas na região do DAP, ao nível de árvore individual. Foram estudadas 31 árvores para as subpopulações de Curitibanos-SC, Curitiba-PR, Guarapuava-PR e Jaguariaíva-PR e 32 árvores para as subpopulações de Lages-SC e Campo do Tenente-PR.

Visando minimizar o efeito da idade das árvores sobre a densidade básica da madeira, as amostras foram padronizadas para 7 (sete) anos, idade da subpopulação mais jovem (Curitiba-PR). Para tal, a densidade básica da madeira foi determinada somente para a porção compreendida entre os 7 (sete) primeiros anéis de crescimento de cada amostra.

Para representar a densidade básica da madeira de cada subpopulação, tomou-se a média dos valores determinados das árvores amostradas.

3.2.3.2. Determinação da espessura da casca das árvores

Nos 6 (seis) discos de madeira tirados em cada árvore foi determinada a espessura de casca, individualmente para as 25 árvores selecionadas em cada subpopulação. Tal determinação não foi possível para a subpopulação de Jaguariaíva-PR, já que a casca havia se despreendido da maior parte dos discos.

Em cada disco foram efetuadas duas medidas cruzadas determinando-se o diâmetro do mesmo com casca (D) e analogamente o diâmetro sem casca (d). A espessura da casca de cada disco foi obtido pela diferença entre o diâmetro com casca e o diâmetro sem casca (D-d).

A média das determinações dos 6 (seis) discos foi considerada representativa da espessura da casca da árvore e a média das 25 árvores como representativa da subpopulação.

3.2.4. Estudos em condições de campo

Foi instalado, no viveiro de mudas florestais do Departamento de Silvicultura da ESALQ-USP em Piracicaba-SP, um ensaio conjugado de origens e progênies de bracaatinga. O ensaio teve por objetivos o estudo do padrão de variação entre e dentro de subpopulações da espécie para as características emergência de plântulas e altura de mudas.

3.2.4.1. Instalação do ensaio

O esquema de instalação do ensaio foi o de parcelas subdivididas, com 6 (seis) parcelas (subpopulações) e 15 subparcelas

(famílias dentro de subpopulação), dispostas num delineamento experimental de blocos ao acaso com 3 repetições. Cada subparcela incluiu 24 sementes, semeadas em duas linhas num espaçamento de 5 cm entre linhas e de 5 cm entre sementes dentro das linhas.

A superação da dormência das sementes foi efetuada através da imersão em água a temperatura constante de 60°C, durante 5 minutos. Este tratamento foi considerado um dos mais adequados nos testes anteriores.

3.2.4.2. Condução do ensaio e obtenção dos resultados

Os resultados de emergência das plântulas foram obtidos, ao nível de subparcela, através da contagem das mudas 14 dias após a instalação do ensaio.

Aos 30 e 60 dias após a semeadura, as mudas receberam fertilização mineral, através da água de irrigação, na razão de 46,6 gramas/m² de canteiro da fórmula 5:14:3.

Aos dois meses de idade, o ensaio foi desbastado face à competição acirrada que se verificava entre as mudas no canteiro, o desbaste foi realizado de uma maneira sistemática, eliminando-se mudas alternadas dentro de cada linha,

Aos 90 dias da instalação do ensaio, mediu-se o comprimento da parte aérea das mudas, após cortá-las na região do colo,

3.2.5. Análise estatística dos dados

Os dados obtidos em porcentagem, tais como os referentes à germinação de sementes nos testes conduzidos em laboratório, bem como a emergência de plântulas no ensaio conduzido nas condições de campo, foram transformados em arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$ para a aplicação da análise de variância.

O estudo dos contrastes entre as médias dos tratamentos, para todos os ensaios que envolveram análise de variância, foi efetuado através do teste Tukey.

3.2.5.1. Estrutura da análise de variância utilizada no teste de superação de dormência

| F.V. | G.L. | Q.M. | F. |
|-----------------|--------|----------------|--------------------------------|
| Tratamentos | (t-1) | Q ₁ | Q ₁ /Q ₆ |
| Água Quente | (q-1) | Q ₂ | Q ₂ /Q ₆ |
| Ácido Sulfúrico | (s-1) | Q ₃ | Q ₃ /Q ₆ |
| Estufa | (e-1) | Q ₄ | Q ₄ /Q ₆ |
| Entre Grupos | (g-1) | Q ₅ | Q ₅ /Q ₆ |
| Erro | t(r-1) | Q ₆ | |

Onde: F.V. = Fonte de Variação; G.L. = Grau de Liberdade; Q.M. = Quadros Médios; F = Valor de "F" da análise de variância, t = número total de tratamentos; q = número de tratamentos com água quente; s = número de tratamentos com ácido sulfúrico; e = número de tratamentos com choque térmico em estufa; g = número de grupos de tratamentos envolvidos; e, r = número de repetições utilizadas no ensaio.

3.2.5.2. Estrutura da análise de variância utilizada no teste de superação da dormência das sementes por subpopulação

| F.V. | G.L. | Q.M. | F. |
|-------------------|------------|-------|-----------|
| Subpopulações (A) | (n-1) | Q_1 | Q_1/Q_4 |
| Tratamento (T) | (t-1) | Q_2 | Q_2/Q_4 |
| T x A | (n-1)(t-1) | Q_3 | Q_3/Q_4 |
| Erro | nt(n-1) | Q_4 | |

Onde: n = número de subpopulações; t = número de tratamentos testados para a superação da dormência das sementes; e, T x A = interação entre procedência das sementes e os tratamentos para a superação da dormência.

3.2.5.3. Estrutura da análise de variância utilizada no ensaio instalado em condições de campo, para o estudo da variação na emergência das plântulas entre e dentro de subpopulações

| F.V. | G.L. | Q.M. | F. |
|---------------------|---------------|----------|-----------------|
| Blocos | $r-1$ | Q_1 | Q_1/Q_3 |
| Subpopulações | $n-1$ | Q_2 | Q_2/Q_3 |
| Erro (a) | $(a-1)(r-1)$ | Q_3 | - |
| Prog./Subpopulações | $a(b-1)$ | Q_4 | Q_4/Q_{11} |
| Prog./Subpop. 1 | $b-1$ | Q_5 | Q_5/Q_{11} |
| Prog./Subpop. 2 | $b-1$ | Q_6 | Q_6/Q_{11} |
| Prog./Subpop. 3 | $b-1$ | Q_7 | Q_7/Q_{11} |
| Prog./Subpop. 4 | $b-1$ | Q_8 | Q_8/Q_{11} |
| Prog./Subpop. 5 | $b-1$ | Q_9 | Q_9/Q_{11} |
| Prog./Subpop. 6 | $b-1$ | Q_{10} | Q_{10}/Q_{11} |
| Erro (b) | $a(r-1)(b-1)$ | Q_{11} | - |

Onde: r = número de blocos; n = número de subpopulações; b = número de progênies dentro de subpopulação; Erro(a) e Erro(b) = Erros entre parcelas e entre subparcelas dentro de parcelas, respectivamente.

3.2.5.4. Estrutura das análises de variância utilizadas para a característica altura de mudas

Para o estudo de variações genéticas entre progênies, as análises foram efetuadas separadamente por subpopulação, segundo o delineamento de blocos ao acaso e somente para aquelas progênies comuns a todas as 3 repetições do ensaio. O mesmo esquema estatístico foi utilizado na análise de variância dos dados para o estudo de variações genéticas entre as subpopulações testadas.

As análises de variância, bem como as estimativas das variâncias genéticas entre e dentro de subpopulações, foram efetuadas ao nível de médias de parcelas, segundo a estrutura proposta por Andrew e Wright (1976), citados por KAGEYAMA (1977).

| F.V. | G.L. | Q.M. | E(Q.M.) | F. |
|-----------|------------|----------------|----------------------------|--------------------------------|
| Blocos | (r-1) | Q ₁ | $\sigma^2_e + n\sigma^2_b$ | Q ₁ /Q ₃ |
| Genótipos | (n-1) | Q ₂ | $\sigma^2_e + r\sigma^2_g$ | Q ₂ /Q ₃ |
| Erro | (r-1)(n-1) | Q ₃ | σ^2_e | |

Onde: Genótipos = Subpopulações ou progênies dentro de subpopulação conforme o material em teste; σ^2_b = variância ambiental entre blocos; σ^2_e = variância ambiental entre parcelas; e, σ^2_g = variância genética entre subpopulações ou entre progênies dentro de subpopulações.

As estimativas das variâncias genéticas entre subpopulações e entre progênes dentro das subpopulações foram efetuadas através da fórmula $\sigma^2_p = (Q_2 - Q_3)/r$.

A variância dentro de progênes para cada subpopulação foi estimada independentemente da análise de variância, através da média ponderada dos quadrados médios dentro das parcelas, considerando-se as variações de número de plantas nas mesmas, conforme utilizado por KAGEYAMA (1980).

3.2.6. Correlação entre peso e tamanho de sementes

Para o estudo da correlação entre as características de peso e tamanho das sementes, pesou-se 20 lotes de 100 sementes e determinou-se o volume das mesmas, indiretamente, através da coluna de água deslocada numa proveta, após a imersão de cada lote de sementes. Para essa determinação usou-se uma amostra de sementes de 5 das 6 subpopulações.

O coeficiente de correlação linear, entre as características mencionadas, e o seu teste de significância foram calculados segundo as fórmulas preconizadas por GOMES (1973).

3.2.7. Associação entre variações de características das subpopulações e a latitude do local de ocorrência

Foram calculados os "Coeficientes de correlação de Spearman" (r_s), conforme preconizado por Funk (1971) e Lee (1974), citados por KAGEYAMA (1977), para os estudos de correlação entre a latitude do

local de ocorrência das subpopulações e as variações observadas, entre e dentro de subpopulação, para as características espessura de casca, altura de mudas, emergência de plântulas e teor de umidade, germinação e tamanho das sementes.

O "Coeficiente de correlação de Spearman" deve ser aplicado ao invés do "Coeficiente de correlação linear", quando os dados não seguem uma distribuição normal, como é provavelmente o caso de dados obtidos de diferentes procedências (KAGEYAMA, 1977).

O teste de significância dos valores dos coeficientes de correlação de Spearman obtidos foi realizado através do teste "t", conforme a fórmula preconizada por GOMES (1973).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Dados dendrométricos das subpopulações

Foram efetuados levantamentos dendrométricos em cada subpopulação, obtendo-se informações sobre o potencial de crescimento e densidade populacional da espécie, crescendo naturalmente nas diferentes condições climáticas, para uma melhor caracterização das subpopulações.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados obtidos dos levantamentos dendrométricos realizados, assim como dados estimados de idade e de área total de cada subpopulação.

Como pode-se observar a partir da Tabela 5, a idade das subpopulações variou de 7 a 13 anos. Os valores encontrados para o crescimento em altura da espécie, em suas diferentes condições de crescimento, exceto para a subpopulação mais jovem (Curitiba-PR), estão em torno de 18 metros e são bastante semelhantes àqueles mencionados por REITZ *et alii* (1978), porém bem superiores aos valores relatados por SANTOS (1957). Para diâmetro, os valores encontrados são mais condizentes com a situação

Tabela 5. Resultados do levantamento dendrométrico efetuado nas subpopulações: altura média (\bar{H}), diâmetro médio (\bar{DAP}), volume cilíndrico e incremento volumétrico anual por hectare, idade, área e densidade populacional

| Subpopulação | Idade* (anos) | Área (ha) | \bar{H} (m) | \bar{DAP} (cm) | Volume Cilíndrico | | IVMA (m ³ /ha/ano) | Densidade Populacional | |
|---------------------|------------------|--------------|------------------|---------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|------------------------|----------------|
| | | | | | (m ³ /ha) | s(\bar{x}) | | (Nº árvore/ha) | s(\bar{x}) |
| Lages-SC | 10 | 36,6 | 19,1 | 18,6 | 332,7 | 51,1 | 33,3 | 590 | 83,5 |
| Curitibanos-SC | 13 | 100,0 | 17,9 | 18,8 | 356,6 | 42,6 | 27,4 | 660 | 47,6 |
| Campo do Tenente-PR | 11 | 160,0 | 17,1 | 15,5 | 279,6 | 26,2 | 25,4 | 810 | 83,5 |
| Curitiba-PR | 07 | 10,0 | 10,5 | 12,5 | 126,7 | 22,3 | 18,2 | 900 | 210,9 |
| Guarapuava-PR | 13 | 72,6 | 17,3 | 17,8 | 371,4 | 45,4 | 28,6 | 830 | 117,0 |
| Jaguariaíva-PR | 13 | 53,3 | 18,6 | 20,0 | 282,4 | 22,9 | 21,7 | 465 | 59,1 |

* idade estimada através da contagem de anéis de crescimento.

IVMA = incremento volumétrico médio anual em termos de volume cilíndrico.

s(\bar{x}) = erro padrão da média.

mencionada por SANTOS (1957) do que aquela relatada por REITZ *et alii* (1978). Constatou-se que o crescimento em diâmetro é bastante dependente da densidade populacional de cada subpopulação. Os diâmetros das árvores têm uma tendência para aumentar conforme diminui a densidade populacional, dentro dos limites etários das populações estudadas.

Considerando as subpopulações mais velhas, de 10 a 13 anos, verifica-se que o crescimento volumétrico da espécie, em termos de volume cilíndrico, está em torno de $27 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$. Este incremento, deve-se ressaltar, foi observado em uma densidade populacional bem aquém daquelas comumente verificadas em florestas implantadas com outras espécies nessas regiões.

A densidade populacional que, dentro de certos limites, afeta tanto a produção de biomassa total como individual de um determinado povoamento é, no caso de florestas naturais, muito dependente do banco de sementes existente, assim como do número de plântulas emergidas por unidade de área. Está ainda sujeita a condições diversas de solo, clima do local e à competição intra e interespecífica. Tal fato, aliado ao pequeno número de amostras efetuadas em cada subpopulação, justifica os altos valores encontrados para o erro padrão da média da densidade populacional da espécie nas diferentes subpopulações.

Levando em consideração o crescimento apresentado pela espécie em estado selvagem, é de se esperar que o crescimento da mesma possa ser sensivelmente melhorado com o emprego de técnicas silviculturais adequadas e o melhoramento genético da espécie.

4.2. Superação da dormência das sementes

A partir de sementes da subpopulação de Lages-SC, foram estudados três métodos de superação de dormência: água quente, ácido sulfúrico concentrado e choque térmico em estufa. Os resultados obtidos do ensaio e sua respectiva análise de variância, com dados transformados para arco seno $\sqrt{(x + 0,5)/100}$, encontram-se na Tabela 6.

A análise de variância aplicada aos dados de germinação revelou valores de F significativos, ao nível de 1%, tanto entre os grupos de tratamentos (água, ácido sulfúrico e choque térmico em estufa) como entre os tratamentos de cada grupo.

O contraste entre as médias dos tratamentos pelo teste Tukey indicou, ao nível de 1%, que os melhores tratamentos, e que se mostraram iguais entre si estatisticamente, foram:

- a. imersão das sementes em água, por 5 minutos, às temperaturas constantes de 40, 50, 60 e 70°C;
- b. imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado durante os tempos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 15, 20, 30 e 40 minutos e;
- c) choque térmico a úmido, por 5 minutos, em estufas reguladas às temperaturas de 70 e 105°C.

Tabela 6. Resultados do teste de superação de dormência das sementes: médias de germinação dos tratamentos em porcentagens e análises de variância para os dados transformados em arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$

| Médias dos Tratamentos | | | | | |
|------------------------|---------------|----------------|---------------|--------------|---------------|
| Ácido Sulfúrico | | Água Quente | | Estufa | |
| Trat. | Germinação(%) | Trat. | Germinação(%) | Trat. | Germinação(%) |
| 01 min. | 89,7 | T ₁ | 36,7 | Seco(70°C) | 61,2 |
| 02 min. | 90,5 | 30°C | 48,7 | úmido(70°C) | 94,7 |
| 03 min. | 85,7 | 40°C | 93,2 | Seco(105°C) | 72,5 |
| 04 min. | 88,5 | 50°C | 98,0 | úmido(105°C) | 92,0 |
| 05 min. | 90,2 | 60°C | 95,2 | | |
| 06 min. | 92,0 | 70°C | 91,5 | | |
| 08 min. | 94,2 | 80°C | 75,2 | | |
| 10 min. | 93,0 | 90°C | 36,2 | | |
| 15 min. | 89,0 | 100°C | 4,5 | | |
| 20 min. | 95,0 | T ₂ | 38,7 | | |
| 30 min. | 86,7 | | | | |
| 40 min. | 84,7 | | | | |
| 60 min. | 70,0 | | | | |
| Média | 88,4 | - | 61,8 | - | 80,1 |

Análise de Variância

F entre tratamentos dentro de água quente = 70,38**

F entre tratamentos dentro de ácido sulfúrico = 3,42**

F entre tratamentos de choque térmico em estufa = 20,76**

F entre grupos de tratamentos = 106,81**

Média geral = 77,3%; C.V. = 8,77%; Tukey 1% = 17,46 e 5% = 15,37

** Significância ao nível de 1%; 01 min., 02 min., ..., 60 min. = tempo em minutos de imersão das sementes; T₁ e T₂ = testemunha número 1 e 2 respectivamente; seco e úmido = choque térmico em estufa a seco e úmido; Tukey 1% e 5% = valores de Δ do teste Tukey para os níveis de 1% e 5% respectivamente.

Embora pelo teste Tukey os tratamentos de 30 e 40 minutos de imersão em ácido sulfúrico não difiram estatisticamente dos demais, verifica-se que a partir do tempo de 30 minutos de imersão em ácido, a capacidade de germinação das sementes tende a decrescer,

Os resultados encontrados para os tratamentos em água quente e choque térmico a úmido em estufa revelam que a faixa de temperatura ideal exigida para a superação da dormência das sementes está entre 40 e 70°C.

A diferença significativa entre os tratamentos de choque térmico a úmido e de choque térmico a seco revela que a superação da dormência das sementes de bracaatinga depende dos efeitos de aumento de temperatura associados a existência de umidade suficiente.

Os resultados de germinação encontrados para os tratamentos com ácido sulfúrico, confirmam aqueles verificados por BIANCHETTI (1981) e revelam a possibilidade de permanência das sementes imersas em ácido por longos períodos de tempo, sem prejuízos significativos para sua capacidade de germinação.

Quanto aos resultados obtidos para os tratamentos com água quente, há uma discordância com aqueles encontrados por BIANCHETTI(1981), tanto com referência à faixa de temperatura ideal como quanto ao tempo de imersão das sementes em água. A razão para tal pode ser a utilização de sementes de procedências distintas e/ou o emprego de diferentes razões de volume de água para volume de sementes.

Os resultados de germinação obtidos, tanto para os tratamentos com ácido sulfúrico como para os com água quente, e a natureza da ação destes tratamentos, confirmam que a dormência das sementes de *M. scabrella* é devida à impermeabilidade do tegumento à água, tipo de dormência comum a muitas espécies de leguminosas.

A dormência das sementes, segundo CARVALHO e NAKAGAWA (1980), possibilita a manutenção da viabilidade das sementes de algumas leguminosas por períodos de 100, 150 e de até 221 anos. Segundo FARHWORTH e GOLLEY (1973), esse tipo de dormência é um mecanismo especial de algumas espécies, geralmente das pioneiras, para manter sementes viáveis no solo até que haja condições favoráveis para sua germinação e o desenvolvimento das mudas emergidas. Tais espécies, conforme WEAVER e CLEMENTS (1950), SPURR e BARNES (1973), são capazes de se estabelecerem rapidamente em uma área após a eliminação da vegetação existente. Este é o caso da *M. scabrella*, cujas sementes existentes no solo germinam rapidamente onde a vegetação primária foi totalmente devastada e submetida às queimas, formando as tão conhecidas matas de bracaatinga.

4.3. Variações fenotípicas para algumas características das subpopulações

Para efeito de discussão dos resultados, as características estudadas foram classificadas em dois grupos segundo a natureza da variação estudada, isto é, variações de natureza genética e variações de natureza fenotípica.

Foram consideradas como variações de natureza fenotípica, aquelas apresentadas pelas características em que a contribuição ambiental para a sua manifestação não pudesse ser isolada. Neste caso estão incluídos os dados obtidos a partir de observações efetuadas diretamente nas subpopulações, situadas em diferentes condições ambientais. As características classificadas nesta categoria e que serão discutidas nos sub-ítens seguintes são: peso, tamanho, teor de umidade e grau de dormência das sementes, emergência de plântulas, espessura da casca e densidade da madeira das árvores.

4.3.1. Peso, tamanho e teor de umidade das sementes

Os resultados das determinações do teor de umidade das sementes, do peso de 100 sementes e do número de sementes por quilograma de cada subpopulação são apresentados na Tabela 7.

Como o peso das sementes foi determinado a partir de amostras de sementes de árvores individuais, o coeficiente de variação entre os pesos das amostras reflete a magnitude de variação entre as árvores dentro de cada subpopulação, para esta característica.

O coeficiente de correlação linear entre as características de peso e tamanho das sementes é mostrado na Tabela 8. Sua significância ao nível de 1% indica que a variação no peso das sementes é, em grande parte, função das diferenças no tamanho das mesmas. Assim, os valores encontrados para os coeficientes de variação entre os pesos das amostras de sementes, e que podem ser extrapolados para a característica tamanho de sementes, variam em função da localização das subpopulações.

Tabela 7. Resultados de peso das sementes, teores de umidade e número de sementes por quilograma para as subpopulações de bracaatinga

| Subpopulação | Nº de Amostras (árvores) | PM 100 (gramas) | $s(\bar{x})$ (gramas) | C.V. (%) | U (%) | PM 100 a 10% U (gramas) | Nº sementes/ quilograma |
|-----------------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|----------|-------|-------------------------|-------------------------|
| Lages-SC | 15 | 1,543 | 0,029 | 7,38 | 8,19 | 1,574 | 63.532 |
| Curitibanos-SC | 15 | 1,771 | 0,082 | 17,96 | 7,72 | 1,816 | 55.066 |
| Campo do Tenente-PR | 15 | 1,484 | 0,057 | 14,93 | 9,43 | 1,493 | 66.934 |
| Curitiba-PR | 15 | 1,564 | 0,069 | 17,04 | 9,52 | 1,572 | 63.613 |
| Guarapuava-PR | 15 | 1,563 | 0,057 | 14,17 | 10,15 | 1,560 | 64.102 |
| Jaguariaíva-PR | 15 | 1,353 | 0,030 | 8,98 | 11,59 | 1,329 | 75.244 |
| Média (gramas) | - | - | - | - | 9,43 | 1,557 | 64.748 |
| $s(\bar{x})$ (gramas) | - | - | - | - | 0,57 | 0,064 | 2.657 |
| C.V. (%) | - | - | - | - | 10,60 | 10,000 | 10 |

PM 100 = Peso médio de cem sementes sem correção de umidade;

$s(\bar{x})$ = erro padrão da média das amostras;

C.V. = coeficiente de variação para o peso das amostras;

U = teor de umidade das sementes em equilíbrio higroscópico com a câmara seca;

PM a 10% U = peso médio de 100 sementes corrigido para 10% de umidade.

Tabela 8. Pesos de 100 sementes e seus respectivos volumes. Valores de "r" e "t" encontrados no estudo de correlação entre as duas características

| Peso (g) | Volume (ml) | Peso (g) | Volume (ml) | Peso (g) | Volume (ml) | Peso (g) | Volume (ml) | |
|------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|-----------|
| 1,06 | 0,7 | 1,38 | 1,0 | 1,57 | 1,3 | 1,75 | 1,3 | |
| 1,13 | 0,8 | 1,39 | 1,0 | 1,59 | 1,2 | 1,79 | 1,2 | |
| 1,23 | 0,9 | 1,40 | 1,1 | 1,62 | 1,2 | 1,88 | 1,3 | |
| 1,30 | 1,0 | 1,47 | 1,1 | 1,68 | 1,3 | 1,98 | 1,5 | |
| 1,35 | 1,0 | 1,56 | 1,1 | 1,68 | 1,2 | 2,11 | 1,5 | |
| r = 0,96** | | | | | | | | t = 13,94 |

r = coeficiente de correlação linear;

t = teste de t;

** significância a 1%

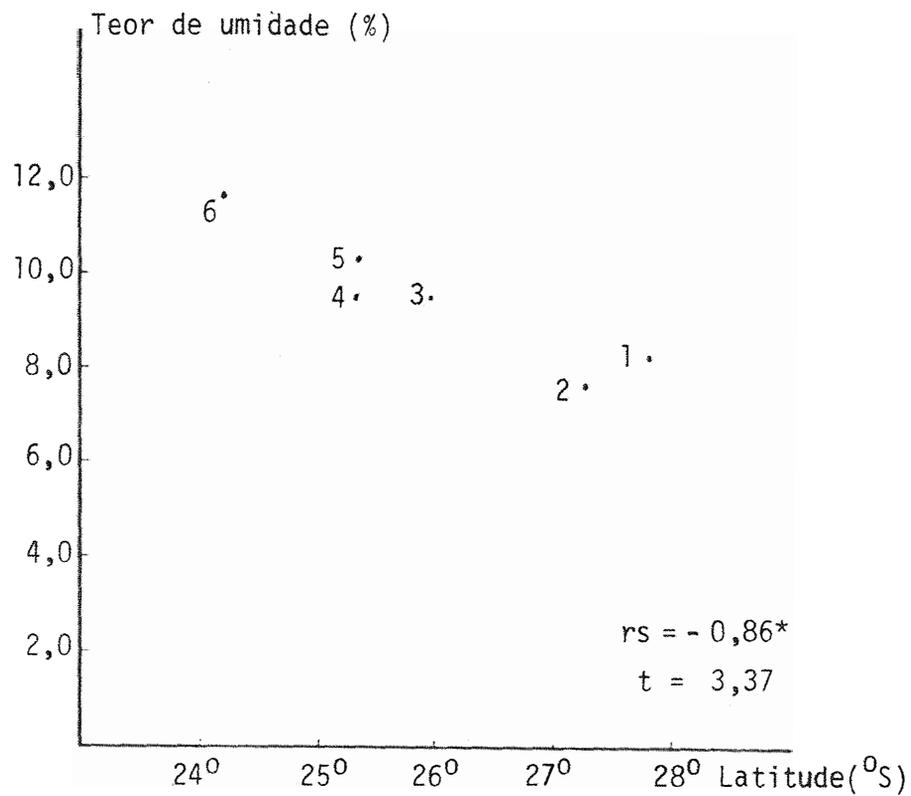
A magnitude de variação dessas características tende a ser menor entre as árvores das subpopulações situadas nos extremos (em torno de 8%) e maior entre as árvores das subpopulações situadas nas partes mais centrais da região geográfica de distribuição da espécie (em torno de 16%).

Observa-se, com base nos pesos médios de 100 sementes, padronizados para 10% de umidade e apresentados na Tabela 7, que há variação no tamanho das sementes entre as subpopulações (C.V. = 10,00%), porém, não seguindo o mesmo padrão encontrado para a variabilidade desta característica entre árvores dentro das subpopulações,

O número de sementes por quilograma permite uma melhor visualização da variabilidade interpopulacional, mostrando que as subpopulações de Curitibanos-SC e Jaguariaíva-PR, as quais ocupam os extremos da variação observada, diferem de maneira marcante das demais, com 55.066 e 75.244 sementes por quilograma, respectivamente. As outras subpopulações estudadas apresentam-se similares quanto ao número de sementes por quilograma, situando-se em torno do valor médio encontrado entre todas as subpopulações (64.748 sementes/Kg).

Para o teor de umidade das sementes em equilíbrio higroscópico observa-se, com base nos dados apresentados na tabela 6, que a variação (C.V. = 10,6%) segue um padrão bem definido, com tendência de acréscimo contínuo no valor desta característica do sul para o norte da região de ocorrência natural da espécie.

A Figura 1 permite visualizar a associação entre o teor de umidade das sementes e a latitude dos seus locais de origem e mostra



1 = Lages-SC; 2 = Curitibanos-SC; 3 = Campo do Tenente-PR; 4 = Curitiba-PR; 5 = Guarapuava-PR e, 6 = Jaguariaíva-PR.

r_s = Coeficiente de correlação de Spearman

t = teste t

* = Significância a 5%

Figura 1. Variação do teor de umidade das sementes em função da Latitude dos locais de origem das subpopulações

a estreita correlação entre as mesmas, sugerindo a existência de diferenças intrínsecas na constituição das sementes entre as subpopulações estudadas. O "Coeficiente de Correlação de Spearman" obtido para essa associação foi de $r_s = -0,86$, significativo a 5% pelo teste t.

4.3.2. Variação das subpopulações em relação a métodos de superação da dormência das sementes

Os dados de germinação das sementes por subpopulação e por tratamento de superação de dormência, bem como o resultado da análise de variância dos mesmos são apresentados na Tabela 9.

A análise de variância aplicada aos dados, transformados para arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$, revelou valores de F significativos, ao nível de 1%, tanto para subpopulações e tratamentos de superação da dormência como para a interação entre esses fatores.

O contraste entre as médias de porcentagem de germinação de sementes das subpopulações pelo teste Tukey, cujos resultados se encontram apresentados na Tabela 10, revelou que todas as subpopulações diferiram estatisticamente entre si, ao nível de 1% de significância.

Observa-se na Tabela 9 que a porcentagem média de sementes germinadas de cada subpopulação aumenta de maneira contínua com o aumento da latitude, sendo menor para a subpopulação de Jaguariaíva-PR, localizada ao norte (41,3% de germinação das sementes) e maior para a subpopulação de Lages-SC (78,9% de germinação) localizada ao sul da área de ocorrência natural da espécie.

Tabela 9. Resultados de germinação das sementes em porcentagem para diferentes tratamentos de superação de dormência e subpopulações e análise de variância dos dados transformados para arco seno $\sqrt{(x + 0,5)/100}$

| Subpopulação | Porcentagem de Germinação | | | | | | Média |
|---|---------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|---------|---------|----------|
| | Tratamentos com água | | | Tratamentos com ácido Sulfúrico | | | |
| | 30 c ^o | 60 c ^o | 90 c ^o | 1 min. | 20 min. | 40 min. | |
| Lages-SC | 64.0 | 99.0 | 31.5 | 89.5 | 95.5 | 94.0 | 78.9 |
| Curitibanos-SC | 43.5 | 92.0 | 34.5 | 88.5 | 92.5 | 87.0 | 72.8 |
| Campo do Tenente-PR | 15.5 | 78.0 | 22.5 | 64.5 | 72.0 | 70.5 | 53.8 |
| Curitiba-PR | 19.0 | 69.5 | 41.5 | 74.0 | 75.5 | 77.0 | 59.4 |
| Jaguariaíva-PR | 3.0 | 62.0 | 6.0 | 50.0 | 63.0 | 64.0 | 41.3 |
| Média | 29.0 | 80.1 | 27.2 | 73.3 | 79.7 | 78.5 | 61.2 |
| F para subpopulação | | | | | | | 113,68** |
| F para tratamentos de superação de dormência das sementes | | | | | | | 216.13** |
| F para a interação entre subpopulação e tratamentos de superação de dormência | | | | | | | 3.85** |
| Coefficiente de variação do ensaio | | | | | | | 9.9% |

** significância ao nível de 1%

Tabela 10. Resultados do contraste das médias de germinação das sementes das subpopulações pelo teste Tukey

| Subpopulações | | Média Transformada em | Tukey a 1% = 5,12 |
|---------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Código | Localidade | arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$ | subpopulações** |
| L-SC | Lages-SC | 66,88 | CB-SC, CR-PR, CT-PR, JG-PR |
| CB-SC | Curitiba-SC | 61,31 | - CR-PR, CT-PR, JG-PR |
| CR-PR | Curitiba-PR | 51,01 | - CT-PR, JG-PR |
| CT-PR | Campo do Tenente-PR | 47,29 | - - RG-PR |
| JG-PR | Jaguariaíva-PR | 37,54 | - - - |

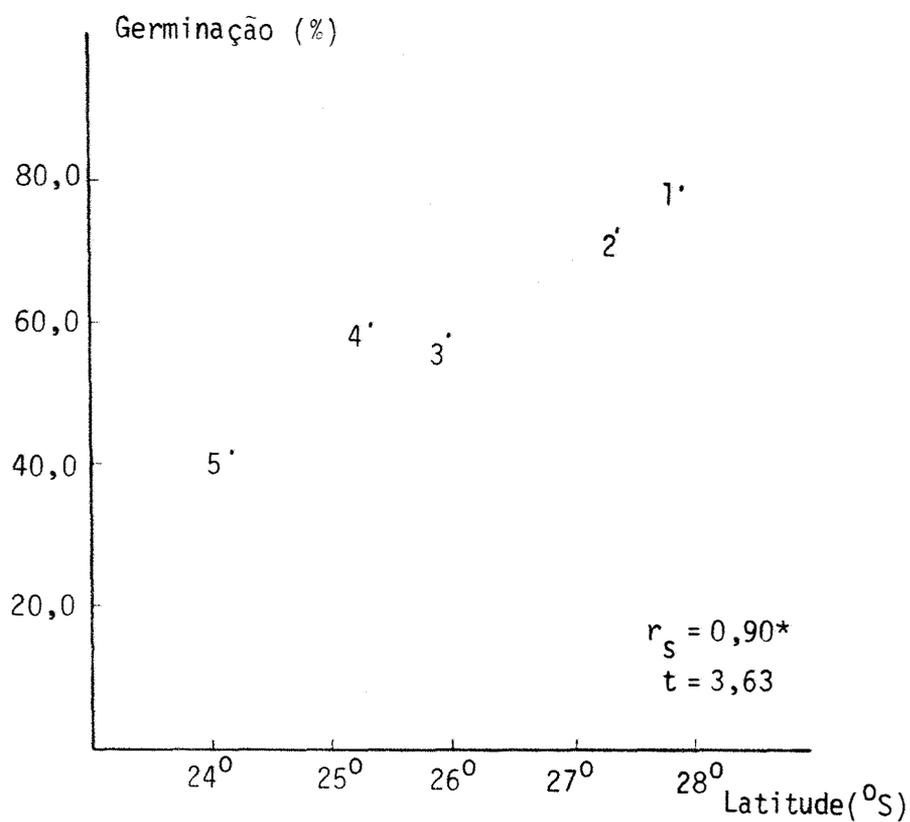
** = subpopulações que diferem ao nível de 1%, pelo teste Tukey, das relacionadas na coluna principal.

A variação observada na germinação das sementes entre as subpopulações estudadas sugere uma possível diferenciação das mesmas quanto ao grau de dormência das sementes. Na prática tal variação deverá ser levada em consideração quando do cálculo do número de sementes a serem utilizadas das diferentes subpopulações para plantios experimentais e/ou comerciais.

A associação entre a característica estudada e a latitude dos locais de origem das sementes, bem como o "Coeficiente de correlação de Spearman" ($r_s = 0,90$), significativo ao nível de 5% pelo teste t, são apresentados na Figura 2.

O fato da análise de variância haver detectado interação entre as subpopulações e os tratamentos utilizados para a superação da dormência das sementes, significa que as subpopulações se comportaram diferentemente frente aos tratamentos testados. Observa-se, com base nos dados apresentados na Tabela 8, e na representação gráfica da Figura 3, que dentro dos grupos de tratamentos (água e ácido) a interação maior ocorreu para os tratamentos com água quente. Inversões de posições ocorreram entre as subpopulações de Lages-SC, Curitibaanos-SC e Curitiba-PR para o tratamento em água à temperatura de 90°C, e entre as subpopulações de Curitiba-PR e Campo do Tenente-PR para o tratamento em água à temperatura de 60°C.

Comparando o comportamento das subpopulações em relação aos grupos de tratamentos de superação de dormência, verifica-se que o fato mais interessante de interação ocorreu para as subpopulações de Curitiba-PR e Campo do Tenente-PR. A subpopulação de Curitiba-PR, inferior à



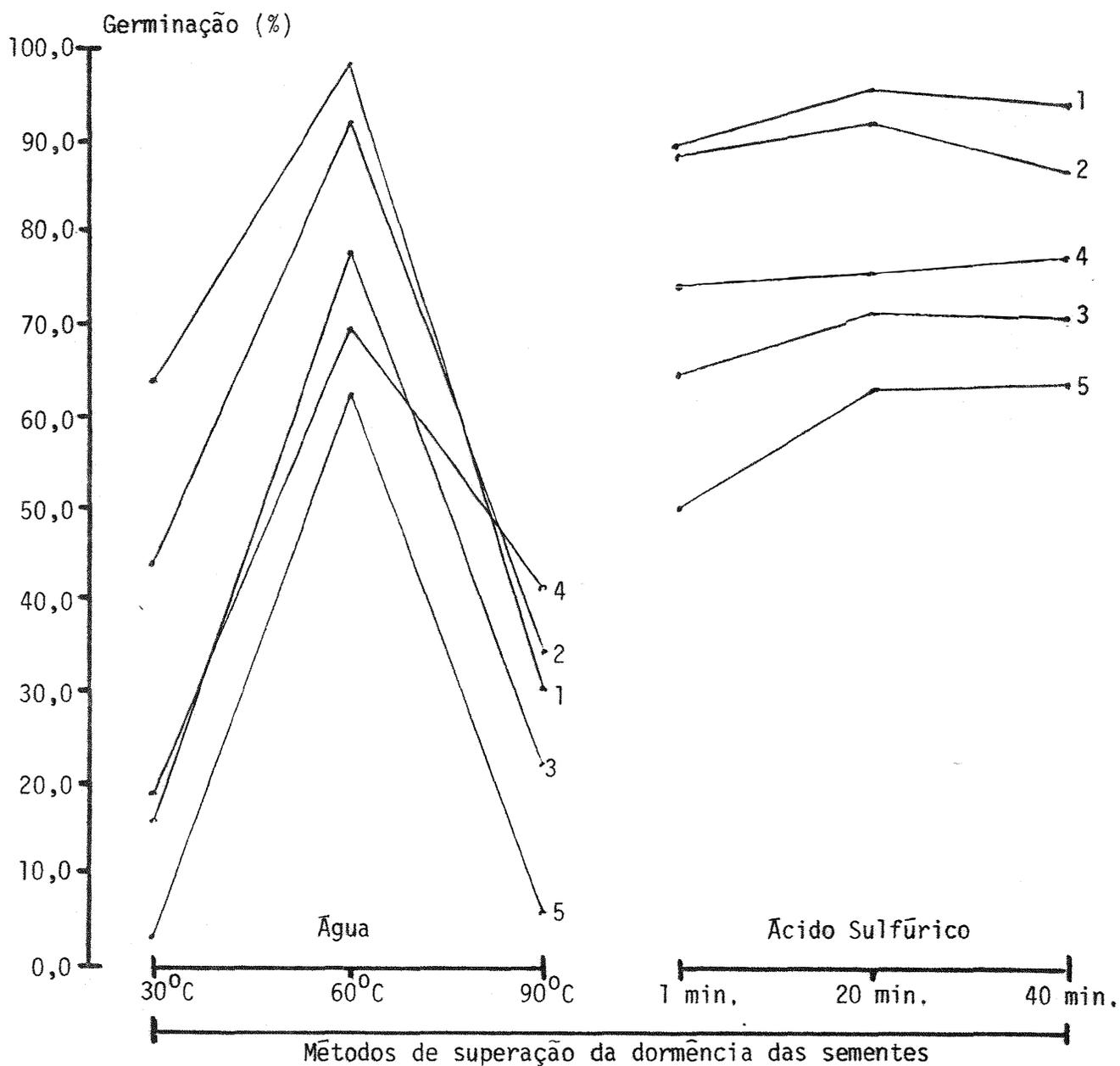
1 = Lages-SC; 2 = Curitibanos-SC; 3 = Campo do Tenente-PR; 4 = Curitiba-PR; e 5 = Jaguariaíva-PR

r_s = "Coeficiente de correlação de Spearman"

t = teste de t

* = Significância a 5%

Figura 2. Variação na germinação das sementes em função da Latitude dos locais de origem das subpopulações



1 = Lages-SC; 2 = Curitibanos-SC; 3 = Campo do Tenente-PR; 4 = Curitiba-PR; e 5 = Jaguariaíva-PR

Figura 3. Representação gráfica das interações entre subpopulações e tratamentos de superação da dormência das sementes, a partir dos dados de porcentagem de germinação

de Campo do Tenente-PR para o tratamento em água à temperatura de 60°C , foi superior a esta em todos os tratamentos com ácido sulfúrico.

Ainda que as interações observadas sejam de grande significado sob o ponto de vista de diferenciação das subpopulações, elas não chegam a ser tão importantes na prática ao ponto de justificarem o emprego de tratamentos diferentes para a superação da dormência das sementes.

4.3.3. Emergência de plântulas para as subpopulações aos 14 dias após a semeadura

Os resultados obtidos do ensaio para as diferentes subpopulações, e a análise de variância dos mesmos são apresentados na Tabela 11.

A análise de variância aplicada aos dados de emergência de plântulas acusou significância ao nível de 1% para o valor de F, revelando a existência de variação entre as subpopulações para essa característica.

O teste Tukey revelou que a subpopulação de Lages-SC, com a maior porcentagem de plântulas emergidas, só não diferiu estatisticamente da subpopulação de Curitiba-SC. Da mesma forma, a subpopulação de Curitiba-SC só não diferiu da subpopulação de Curitiba-PR. Esta última só diferiu estatisticamente da subpopulação de Jaguariaiva-PR, não diferindo, portanto, das subpopulações de Guarapuava-PR e Campo do Tenente-PR, que por sua vez não diferiram entre si. Finalmente, não foi detectada variação significativa entre as subpopulações de Campo do Tenente-

Tabela 11. Emergência de plântulas por subpopulação, aos 14 dias após a semeadura, análise de variância e teste Tukey com os dados transformados em arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$

| Subpopulação | Emergência Média de plântulas (%) | Emergência Média de plântulas arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$ | Tukey 1% (11,32)* |
|---------------------|-----------------------------------|--|-------------------|
| Lages-SC | 89,1 | 72,8 | a |
| Curitibanos-SC | 83,5 | 68,7 | a b |
| Curitiba-PR | 68,2 | 56,9 | b c |
| Guarapuava-PR | 63,5 | 53,7 | c |
| Campo do Tenente-PR | 45,2 | 42,0 | c e |
| Jaguariaíva-PR | 31,9 | 33,0 | e |
| Média Geral | 63,6 | 54,5 | - |

Valor de F da análise de variância = 43,7**
 Coeficiente de Variação = 28,4%

* Tratamentos com a mesma letra não diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey.

PR e Jaguaraiava-PR, esta última apresentando a menor porcentagem de plântulas emergidas.

Observa-se nos dados apresentados na Tabela 11, que a emergência de plântulas diminui de uma maneira contínua do sul para o norte da área de ocorrência natural da espécie, revelando, como era de se esperar, o mesmo padrão de variação observado para a característica germinação das sementes.

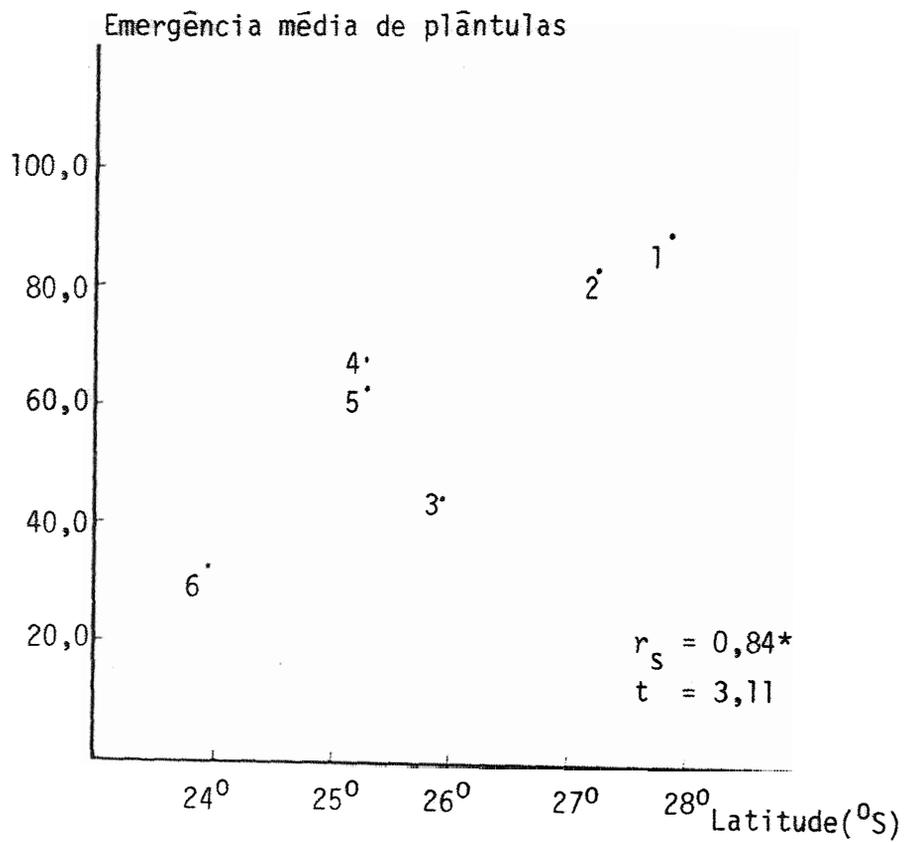
A representação gráfica da associação entre a emergência de plântulas e a latitude dos locais de origem das sementes, bem como o "coeficiente de correlação de Spearman" encontrado ($r_s = 0,84$), significativo ao nível de 5% pelo teste "t", são apresentados na Figura 4.

4.3.4. Espessura da casca das árvores das subpopulações

Os resultados de espessura da casca das árvores das diferentes subpopulações são apresentados na Tabela 12.

Verifica-se que a espessura da casca das árvores varia tanto entre como dentro das subpopulações estudadas.

A variação fenotípica observada entre as árvores de cada subpopulação apresenta um coeficiente de variação em torno de 15%, exceto para a subpopulação de Curitiba-SC que, inexplicavelmente, apresenta um coeficiente de variação duas vezes maior que o valor médio observado para as demais subpopulações.



1 = Lages-SC; 2 = Curitibanos-SC; 3 = Campo do Tenente-PR; 4 = Curitiba-PR;
5 = Guarapuava-PR; e, 6 = Jaguariaíva-PR.

r_s = "Coeficiente de correlação de Spearman"

t = teste de t

*=Significância a 5%

Figura 4. Variação da Emergência de plântulas em função da Latitude dos locais de origem das subpopulações

Tabela 12. Dados de espessura da casca das árvores: média por subpopulação e geral, erro padrão da média e coeficiente de variação entre e dentro de subpopulações

| Subpopulação | Número de Árvores | Espessura da Casca | | |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| | | Média (mm) | Erro Padrão da Média (mm) | Coef. Variação (%) |
| Lages-SC | 25 | 3,89 | 0,09 | 11,66 |
| Curitibanos-SC | 25 | 3,42 | 0,21 | 30,84 |
| Campo do Tenente-PR | 25 | 2,89 | 0,08 | 14,24 |
| Curitiba-PR | 25 | 2,41 | 0,05 | 11,61 |
| Guarapuava-PR | 25 | 3,55 | 0,13 | 18,02 |
| Média (mm) | | 3,23 | - | - |
| Erro Padrão da Média (mm) | | 0,26 | - | - |
| Coeficiente de Variação (%) | | 18,05 | - | - |

Entre as subpopulações, a espessura da casca das árvores segue um padrão bem definido de variação no sentido norte-sul da área de ocorrência natural da espécie, com uma tendência de aumento gradativo da espessura da casca com o aumento da latitude. Na subpopulação de Curitiba-PR, a mais norte das subpopulações estudadas, as árvores apresentam a casca mais fina (2,41 mm); na subpopulação de Lages-SC, a mais sul, a casca é mais espessa (3,89 mm). A subpopulação de Guarapuava-PR, embora situada na mesma latitude que a subpopulação de Curitiba-PR, apresenta uma espessura de casca intermediária às apresentadas pelas árvores das subpopulações de Curitiba-SC e Lages-SC. Tal fato pode ser explicado pela compensação existente entre latitude, altitude e temperatura, conforme mencionado por Champion e Brasnett (1959), citados por VENTORIM (1971). Segundo estes autores, estima-se que para cada 200 m de elevação na altitude, a temperatura diminui de um grau centígrado; para cada aumento de um grau de latitude, há uma diminuição de meio grau centígrado na temperatura.

Observando-se os dados climáticos dos locais de ocorrência das subpopulações (Tabela 4), verifica-se que a temperatura média anual e, principalmente, a temperatura mínima absoluta mostram uma forte tendência de correlação negativa com a latitude e altitude. Constata-se ainda que as temperaturas mínimas absolutas de Guarapuava-PR e Curitiba-SC são bem semelhantes. Tal observação, aliada à nítida tendência de diminuição da espessura da casca das árvores com o decréscimo da latitude, sugere que a variação entre as subpopulações para essa característica, que pode ser ou não genética, é uma resposta adaptativa da espécie às diferentes condições climáticas dentro de sua área de ocorrência natural,

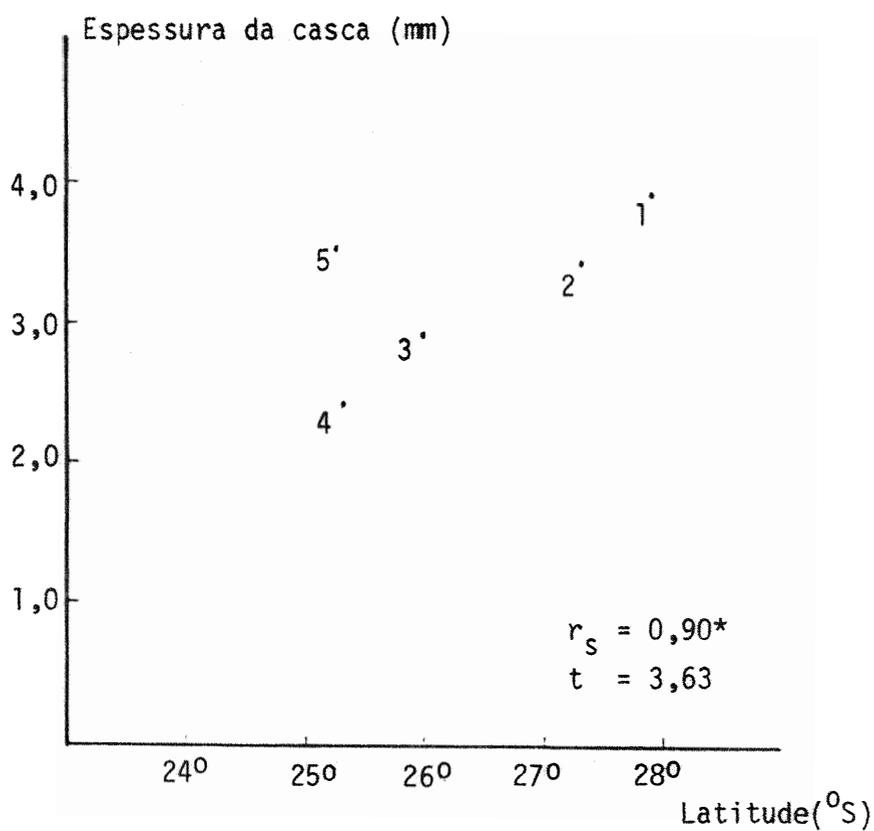
A representação gráfica da associação entre a espessura da casca e a latitude dos locais de ocorrência das subpopulações, bem como o "Coeficiente de correlação de Spearman" ($r_s = 0,90$), significativo ao nível de 5% pelo teste "t", são apresentados na Figura 5.

4.3.5. Densidade básica da madeira das árvores das subpopulações

Os resultados de determinação da densidade básica da madeira das árvores de cada subpopulação são apresentados na Tabela 13. Os dados desta tabela mostram que a madeira da espécie apresenta uma densidade média ($0,499 \text{ g/cm}^3$) igual ou maior que as espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* mais utilizadas no sul do Brasil. Nota-se ainda que a variação para essa característica é bem expressiva entre árvores dentro das subpopulações e muito pequena entre as subpopulações.

A pequena variação observada entre as subpopulações para a densidade da madeira, revela que madeira de qualidade semelhante pode ser obtida em toda a região de ocorrência natural da espécie, desde que as plantações sejam efetuadas nos mesmos locais onde as sementes foram colhidas.

A existência de variação genética para a densidade da madeira entre as subpopulações e a ocorrência de interação das mesmas com locais sã poderão ser detectadas a partir de testes que incluam todas as subpopulações em locais comuns.



1 = Lages-SC; 2 = Curitibanos-SC; 3 = Campo do Tenente-PR; 4 = Curitiba-PR; e 5 = Guarapuava-PR

r_s = "Coeficiente de correlação de Spearman"

t = teste de t

* = Significância a 5%

Figura 5. Variação da espessura da casca das árvores em função da Latitude dos locais de origem das subpopulações

Tabela 13. Dados de densidade básica média da madeira das subpopulações e erro padrão da média e coeficiente de variação entre e dentro de subpopulações

| Subpopulação | Nº de Árvores | Densidade Básica | | |
|---|---------------|----------------------------|---|-----------------------|
| | | Média (g/cm ³) | Erro padrão da média (g/cm ³) | Coef. de variação (%) |
| Lages-SC | 32 | 0,504 | 0,008 | 8,77 |
| Curitibanos-SC | 31 | 0,491 | 0,008 | 9,32 |
| Campo do Tenente-PR | 32 | 0,505 | 0,009 | 9,80 |
| Curitiba-PR | 31 | 0,499 | 0,015 | 17,00 |
| Guarapuava-PR | 31 | 0,482 | 0,007 | 8,23 |
| Jaguariaíva-PR | 31 | 0,513 | 0,013 | 14,00 |
| Média (g/cm ³) | | 0,499 | - | - |
| Erro padrão da média (g/cm ³) | | 0,004 | - | - |
| Coef. de Variação (%) | | 2,02 | - | - |

A variação fenotípica observada para a característica em estudo não segue o mesmo padrão verificado por van der SLOOTEN *et alii* (1976) e KAGEYAMA *et alii* (1978), que encontraram para *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *P. taeda*, respectivamente, um aumento contínuo na densidade da madeira com o decréscimo da latitude.

4.4. Variações genéticas para algumas características das subpopulações.

Nesta categoria foram classificadas as variações observadas para emergência de plântulas entre progênes de cada subpopulação e de altura de mudas entre e dentro das subpopulações.

4.4.1. Emergência de plântulas

Neste ítem serão apresentados e discutidos os resultados obtidos do estudo de variação na emergência de plântulas entre árvores dentro de cada subpopulação. As variações observadas, e que são discutidas a seguir, foram consideradas de natureza genética, já que dentro de cada subpopulação as sementes foram formadas sob as mesmas condições climáticas.

Os resultados de emergência das plântulas, ao nível de progênes dentro de cada subpopulação, são apresentados na Tabela 14. Os resultados da análise de variância aplicada aos dados, transformados para arco seno $\sqrt{(x+0,5)/100}$, constam na Tabela 15.

Tabela 14. Resultados de emergência de plântulas, obtidos aos 14 dias, ao nível de progênes dentro de cada subpopulação

| Progênes (Nº) | Subpopulação | | | | | |
|------------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------|----------------|
| | Lages-SC | Curitiba-PR | Campo do Tenente-PR | Curitiba-PR | Guarapuava-PR | Jaguariaiva-PR |
| | Média por progêne (%) | | | | | |
| 01 | 93,3 | 81,3 | 16,0 | 80,0 | 34,7 | 2,7 |
| 02 | 80,0 | 97,3 | 26,7 | 22,7 | 54,7 | 24,0 |
| 03 | 96,0 | 86,7 | 37,3 | 74,7 | 86,7 | 33,3 |
| 04 | 90,7 | 72,0 | 37,3 | 90,7 | 60,0 | 34,7 |
| 05 | 96,0 | 81,3 | 62,7 | 84,0 | 49,3 | 30,7 |
| 06 | 90,7 | 88,0 | 52,0 | 82,7 | 56,0 | 33,3 |
| 07 | 88,0 | 81,3 | 38,7 | 53,3 | 72,0 | 21,3 |
| 08 | 69,3 | 92,0 | 38,7 | 69,3 | 44,0 | 44,0 |
| 09 | 90,7 | 90,6 | 36,0 | 77,3 | 61,3 | 28,0 |
| 10 | 93,3 | 98,7 | 69,3 | 58,3 | 84,0 | 62,7 |
| 11 | 89,3 | 60,0 | 16,0 | 57,3 | 72,0 | 31,3 |
| 12 | 93,3 | 82,7 | 58,7 | 84,0 | 49,3 | 48,0 |
| 13 | 94,7 | 97,3 | 68,0 | 36,0 | 78,7 | 4,0 |
| 14 | 90,7 | 77,3 | 69,3 | 68,0 | 72,0 | 30,7 |
| 15 | 81,3 | 66,7 | 52,0 | 84,0 | 77,3 | 49,3 |
| Média (%) | 89,1 | 83,5 | 45,2 | 68,2 | 63,5 | 31,9 |

Tabela 15. Resultado da análise de variância dos dados de emergência de plântulas, ao nível de progênies por subpopulação, após transformação para arco seno $\sqrt{(x + 0,5)/100}$

| Subpopulação | Valores de F entre progênies |
|---------------------|------------------------------|
| Lages-SC | 1,67 ns |
| Curitiba-SC | 3,91** |
| Campo do Tenente-PR | 5,88** |
| Curitiba-PR | 6,66** |
| Guarapuava-PR | 4,15** |
| Jaguariaiva-PR | 5,79** |
| Média Geral = 54,5 | Coef. Variação = 15,17% |

** = significância ao nível de 1%

ns = não significância

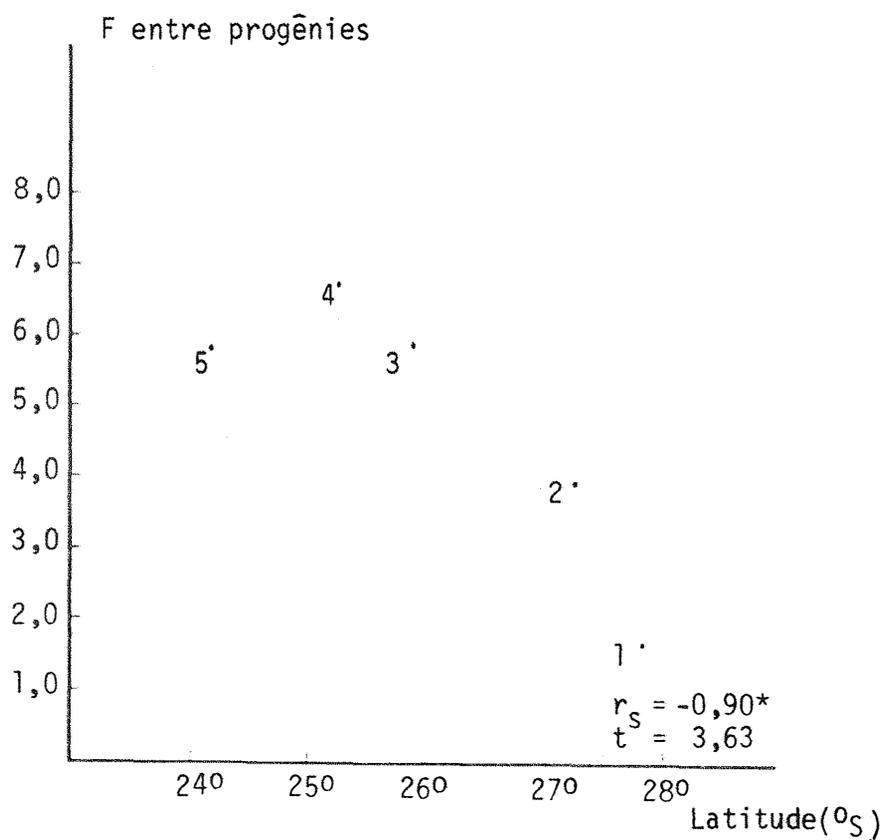
Baseando-se nos valores de F da análise de variância, observa-se que em todas as subpopulações, exceto para a de Lages-SC, existe variabilidade entre progênies para a característica estudada. Como para o cálculo dos valores de F entre progênies usou-se um mesmo quadrado médio residual, as diferenças verificadas nas magnitudes desses valores refletem as diferenças na variabilidade genética entre progênies, para essa característica, entre as subpopulações estudadas. Assim, a variabilidade genética para a característica emergência de plântulas tende a ser maior dentro daquelas subpopulações com menor porcentagem de germinação

das sementes. Ao contrário da porcentagem de germinação, a variabilidade genética entre progênies, para a característica emergência de plântulas, aumenta do sul para o norte da área de ocorrência natural da espécie.

A similaridade na variabilidade genética entre progênies para as subpopulações de Guarapuava-PR e de Curitiba-SC sugere que as mesmas possuem estruturas genéticas semelhantes para a característica em questão e reforça a hipótese de existência de uma compensação entre latitude e altitude, já mencionada anteriormente.

Os padrões de variação encontrados para germinação das sementes entre subpopulações e para a emergência de plântulas entre e dentro de subpopulações confirmam o exposto por SPURR e BARNES (1973), que sugerem que a dormência das sementes é um fator importante na evolução das espécies. No caso da *M. scabrella* a dormência das sementes parece ser muito menos importante para a sobrevivência da espécie no sul do que no norte de sua área de ocorrência natural.

A associação entre os valores de F entre progênies e a latitude dos locais de origem das sementes, bem como o coeficiente de correlação de Spearman ($r_s = -0,90$), são apresentados na Figura 6. Para o cálculo do coeficiente de correlação de Spearman, excluiu-se a subpopulação de Guarapuava-PR, uma vez que a altitude, além da latitude, estaria influenciando no comportamento da mesma.



1 = Lages-SC; 2 = Curitiba-SC; 3 = Campo do Tenente-PR; 4 = Curitiba-PR; e 5 = Jaguariaiva-PR

F = Valores de F da análise de variância dos dados

r_s = "Coeficiente de Correlação de Spearman"

t = teste de t

* = significância a 5%

Figura 6. Variância genética entre progênies, para emergência de plântulas, em função da latitude dos locais de origem das subpopulações

4.4.2. Altura de mudas

Os dados de altura média de mudas aos 90 dias, ao nível de progênes dentro de subpopulações, são apresentados na Tabela 16.

Os resultados das análises de variância ao nível de subpopulação e de progênes dentro de subpopulação, bem como as estimativas dos parâmetros genéticos para cada subpopulação, são apresentados na Tabela 17.

A análise de variância aplicada aos dados de altura média de mudas, ao nível de subpopulação, revelou significância para o valor de F , ao nível de 5%. A comparação entre as médias das subpopulações pelo teste Tukey, para a característica estudada, revelou diferença significativa, ao nível de 5%, somente entre a subpopulação de melhor comportamento (Campo do Tenente-PR) e a de pior comportamento (Curitibanos-SC).

As análises de variância efetuadas ao nível de médias de progênes dentro de subpopulações revelaram valores de F significativos, ao nível de 1%, para as subpopulações de Lages-SC, Curitibanos-SC e Guaruva-PR. Para as demais subpopulações os valores de F não foram significativos.

Não foi constatada nenhuma correlação entre o crescimento em altura das mudas e a latitude dos locais de origem das sementes. A associação entre estas características e o respectivo valor obtido para o coeficiente de correlação de Spearman encontram-se na Figura 7. Por outro lado, constatou-se uma correlação altamente significativa, entre a magnitude da variância genética entre progênes e a latitude dos locais de

Tabela 16. Altura média de mudas das progênes de seis subpopulações, aos 90 dias de idade

| Subpopulação | Progênes Nº | Altura média (cm) | Subpopulação | Progênes Nº | Altura média (cm) |
|--------------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------------|
| Lages-SC | 14 | 74,3 | Curitiba-PR | 15 | 68,8 |
| | 08 | 72,7 | | 14 | 66,3 |
| | 15 | 70,5 | | 10 | 65,9 |
| | 09 | 69,7 | | 13 | 65,3 |
| | 10 | 68,7 | | 07 | 65,0 |
| | 02 | 68,5 | | 12 | 63,5 |
| | 13 | 67,3 | | 05 | 61,5 |
| | 12 | 66,5 | | 08 | 61,5 |
| | 06 | 65,9 | | 09 | 59,7 |
| | 11 | 65,7 | | 01 | 59,2 |
| | 07 | 65,7 | | 06 | 57,7 |
| | 05 | 62,2 | | 11 | 55,5 |
| | 04 | 57,6 | | 04 | 53,2 |
| | 03 | 55,6 | | 03 | 49,8 |
| 01 | 47,9 | | | | |
| Curitibanos-SC | 07 | 61,2 | Guarapuava-PR | 08 | 73,6 |
| | 06 | 59,4 | | 13 | 62,8 |
| | 13 | 58,7 | | 07 | 61,9 |
| | 01 | 58,6 | | 14 | 60,8 |
| | 10 | 57,9 | | 10 | 60,8 |
| | 02 | 56,3 | | 09 | 58,7 |
| | 05 | 55,1 | | 02 | 57,6 |
| | 09 | 53,6 | | 12 | 57,6 |
| | 08 | 51,2 | | 15 | 56,5 |
| | 04 | 50,9 | | 05 | 56,1 |
| | 03 | 50,8 | | 03 | 54,9 |
| | 12 | 48,3 | | 11 | 53,7 |
| | 11 | 45,4 | | 01 | 51,3 |
| | 15 | 44,5 | | 06 | 43,9 |
| 14 | 42,1 | 04 | 42,9 | | |
| Campo do Te- nente-PR | 10 | 76,6 | Jaguariaíva-PR | 02 | 68,6 |
| | 06 | 69,1 | | 15 | 65,9 |
| | 13 | 67,5 | | 08 | 64,0 |
| | 12 | 65,1 | | 03 | 64,0 |
| | 14 | 64,9 | | 11 | 63,9 |
| | 03 | 60,9 | | 10 | 63,7 |
| | 08 | 60,3 | | 05 | 59,2 |

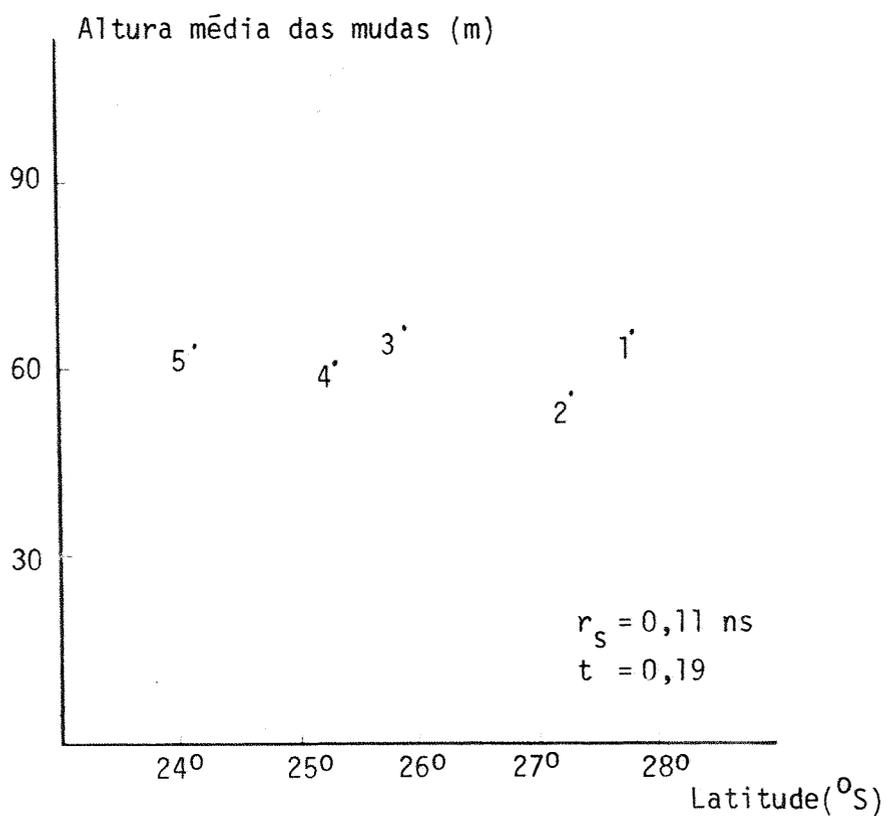
Tabela 17. Resultados das análises de variância e do teste Tukey para altura de mudas ao nível de progênie e de subpopulações; parâmetros genéticos e ambientais das subpopulações

| Causa de Variação | F | M. Geral (cm) | C.V. (%) | Tukey | | σ^2_p | σ^2_e | σ^2_d | σ^2_d/σ^2_p | \bar{K} |
|--|---------|------------------|-------------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|-----------|
| | | | | 5% | 1% | | | | | |
| Progênie dentro da subpopulação de Lages-SC | 4,0** | 65,3 | 9,2 | 18,20 | 21,52 | 36,4 | 1,1 | 384,5 | 10,6 | 11,0 |
| Progênie dentro da subpopulação de Curitiba-Banos-SC | 5,1** | 53,3 | 8,5 | 13,86 | 16,30 | 28,2 | 0,2 | 317,2 | 11,2 | 15,5 |
| Progênie dentro da subpopulação de Campo do Tenente-PR | 2,5n.s. | 66,4 | 9,1 | 17,23 | 22,00 | 18,4 | 1,7 | 367,2 | 19,9 | 10,6 |
| Progênie dentro da subpopulação de Curitiba-PR | 1,1n.s. | 60,9 | 15,0 | 27,58 | 32,78 | 1,8 | 54,4 | 328,0 | 182,2 | 11,1 |
| Progênie dentro da subpopulação de Guarapuava-PR | 4,3** | 56,9 | 10,9 | 18,85 | 22,29 | 43,2 | 3,2 | 419,4 | 9,7 | 11,8 |
| Progênie dentro da subpopulação de Jaguariatã-PR | 0,3n.s. | 64,2 | 13,6 | 24,91 | 31,81 | - | - | - | - | - |
| Subpopulações | 3,9* | 61,2 | 7,4 | 12,8 | 16,9 | - | - | - | - | - |

F = Valores de F das análises de variância; M. Geral = Média Geral do Ensaio; C.V.(%) = coeficiente da variação do ensaio; σ^2_p = Variância genética entre progênie; σ^2_e = Variância ambiental entre parcelas; σ^2_d = Variância fenotípica entre plantas dentro de parcelas;

** e * = significância ao nível de 1% e 5% para os valores de F, respectivamente;

n.s. = não significância para os valores de F; e \bar{K} = número médio de plantas por parcela.



1 = Lages-SC; 2 = Curitiba-SC; 3 = Campo do Tenente-PR; 4 = Curitiba-PR; e, 5 = Jaguariaíva-PR

r_s = "Coeficiente de correlação de Spearman"

t = teste de t

ns = não significância

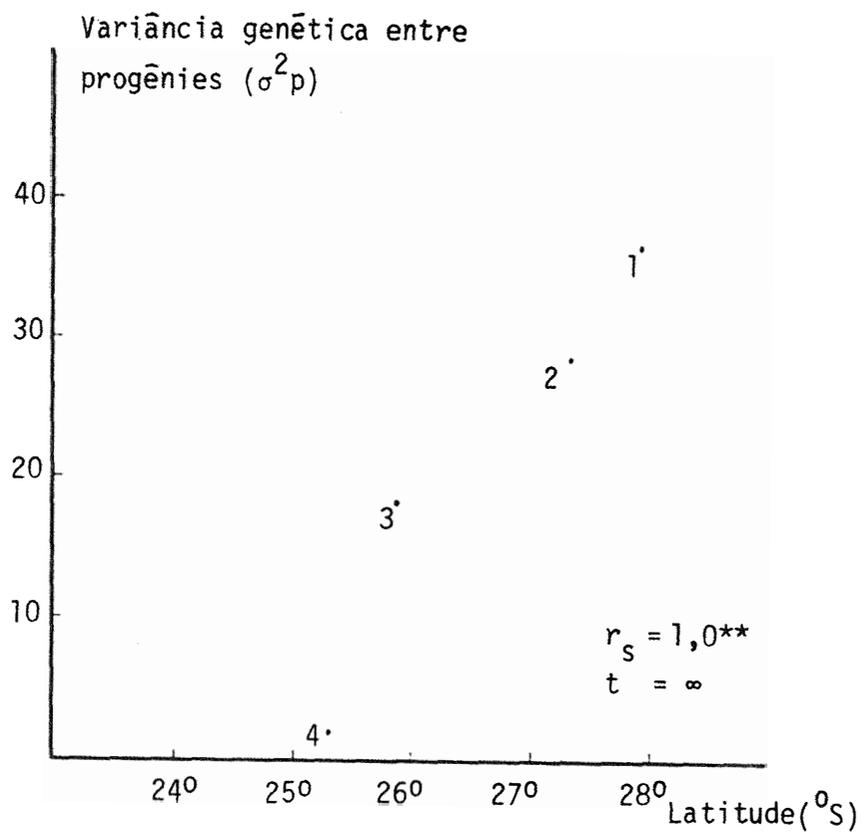
Figura 7. Variação da altura média de mudas das subpopulações em função da latitude dos locais de origem das sementes

origem das sementes, como comprova o coeficiente de correlação de Spearman ($r_s = 1,0$), significativo ao nível de 1% pelo teste t. A representação gráfica da associação entre estas características é apresentada na Figura 8.

Verifica-se, com base nos valores de variância genética entre progênies apresentados na Tabela 17, e com base na associação entre esta característica e a latitude dos locais de origem das sementes apresentadas na Figura 8, que a variabilidade genética entre progênies tende a aumentar do norte para o sul da área de ocorrência natural da espécie.

Pode ser observada, ainda na Tabela 17, a grande semelhança de comportamento entre as subpopulações de Guarapuava-PR e Curitiba-SC, tanto para o valor de altura média de mudas como para a variância genética entre progênies para essa característica.

Confrontando-se os valores de variabilidade entre progênies para altura de mudas com a de emergência de plântulas, verifica-se que as magnitudes das mesmas aumentam em direções opostas. A variabilidade entre progênies para altura de mudas aumenta do norte para o sul, enquanto que para emergência de plântulas do sul para o norte da área de ocorrência natural da espécie. Duas hipóteses podem ser aventadas para explicar tais observações: uma delas é a ocorrência de uma interação complexa perfeita entre os genótipos estudados e as condições do local do estudo e, uma outra mais provável, é que a seleção natural vem atuando de maneira totalmente distinta sobre as características de crescimento e de sobrevivência da espécie.



1 = Lages-SC; 2 = Curitibanos-SC; 3 = Campo do Tenente-PR; e 4 = Curitiba-PR

r_s = "Coeficiente de correlação de Spearman"

t = teste de t

** = Significância a 1%

Figura 8. Variância genética entre progênes, para altura de mudas, em função da latitude dos locais de origem das subpopulações

Sabe-se que a variância genética total de uma população é a somatória das variâncias genéticas dentro e entre progênes. Em plantas autógamas, a variância genética total é expressa pela variância genética entre progênes, uma vez que a variância genética dentro das progênes é nula (VENCOVSKY, 1978). FALCONER (1960) discute a redistribuição da variância genética total na população com **endogamia**, mostrando que há um decréscimo na variância genética dentro de progênes em favor de um acrêscimo na variância genética entre progênes, sendo que toda a variância genética aparece no componente entre progênes quando as linhagens se tornam homozigotas. JAIN (1969) demonstrou esse fenômeno trabalhando com duas espécies do gênero *Avena* que evoluíram para sistemas reprodutivos diferentes. O autor encontrou uma diferença nas variâncias genéticas entre e dentro das progênes das mesmas; na espécie que evoluiu para autofecundação, houve um decréscimo na variância genética dentro e um acrêscimo na variância genética entre em relação à espécie que evoluiu para fecundação cruzada. Essas considerações sugerem que a relação entre as variâncias genéticas dentro e entre progênes (σ^2_d/σ^2_p) pode ser indicativa do sistema de cruzamento das espécies. Os valores encontrados para *M.scabrella* para a relação σ^2_d/σ^2_p , apresentados na Tabela 17, quando confrontados com aqueles expressos na Tabela 2, obtidos por STONECYPHER *et alii* (1973), KAGEYAMA *et alii* (1977) e KAGEYAMA (1980) trabalhando com espécies reconhecidamente alógamas, sugerem que o sistema reprodutivo da espécie seja preferencialmente de polinização cruzada.

A constatação do sistema reprodutivo da espécie deve ser confirmada através das outras metodologias já existentes, uma vez que

esta questão é de fundamental importância para a definição da estratégia a ser adotada para programas de melhoramento e conservação genética com a espécie.

5. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados e discutidos no presente trabalho permitem as seguintes conclusões:

- a. O número médio de árvores por hectare encontrado nas matas de *M. scabrella*, variando entre as subpopulações de 465 a 900 árvores por hectare, mostra uma densidade populacional bem aquém daquelas verificadas em povoamentos implantados com outras espécies na região. Nessas condições a espécie apresenta um incremento volumétrico médio anual, em termos de volume cilíndrico, em torno de $27 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$, revelando o seu potencial para a implantação de florestas com a utilização de técnicas silviculturais adequadas.
- b. A dormência apresentada pelas sementes da espécie é devida a impermeabilidade do tegumento à penetração de água. Os melhores tratamentos para sua superação foram: imersão em água por cinco minutos, às temperaturas de 40 a 70°C , ou imersão em ácido sulfúrico concentrado por tempos variando de 1 a 40 minutos.

- c. Os estudos de variações fenotípicas para algumas características da espécie revelaram, em função da característica estudada, a existência de variações tanto ao nível intra como interpopulacional.

Variações de características relacionadas com gradientes latitudinais foram detectadas para teor de umidade das sementes, que tendeu a aumentar com a diminuição da latitude; para emergência de plântulas, germinação das sementes e espessura da casca das árvores com tendência de diminuição com o decréscimo da latitude. Variação sem nenhum padrão definido foi constatada para a característica tamanho médio de sementes. Finalmente, nenhuma variação foi verificada para a característica densidade básica da madeira entre as seis subpopulações estudadas.

- d. Os padrões bem definidos de variações fenotípicas, observados ao nível interpopulacional, principalmente para germinação das sementes, emergência de plântulas e espessura da casca, sugerem a existência de uma forte contribuição genética na manifestação dessas características.
- e. Os estudos de variações genéticas para emergência de plântulas dentro das subpopulações e para altura de mudas entre e dentro das subpopulações revelaram que:

- e.1. a variabilidade genética entre progênies, dentro das subpopulações, aumenta do sul para o norte para a característica emergência de plântulas e diminui, nessa mesma direção, para a característica altura de mudas. Tal constatação sugere que a seleção natural vem atuando de maneira totalmente distinta sobre as características de crescimento e emergência de plântulas da espécie, em sua área de ocorrência natural;
- e.2. variação genética para altura de mudas, ao nível interpopulacional, só foi verificada entre as subpopulações de Campo do Tenente-PR e Curitibanos-SC que apresentaram o melhor e o pior comportamento, respectivamente.
- f. A utilização da relação σ^2_d/σ^2_p para a determinação do sistema reprodutivo da espécie indica ser a mesma de fecundação cruzada. Após a sua confirmação através de outras metodologias existentes, a mesma será de grande utilidade prática para estudos dessa natureza em espécies florestais.

6. LITERATURA CITADA

ASSIS, C. de *et alii*. Contribuição para o aproveitamento da *Mimosa bracinga* na indústria papeleira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1, Curitiba, 20-26 outubro 1968. Anais, Curitiba, 1968, p.57-63.

BARRICHELO, L.E.G. Celulose sulfato de bracinga. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 1, Curitiba, 20-26 outubro 1968. Anais, Curitiba, 1968, p.43-6.

BARRICHELO, L.E.G. Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* Barr. e Golf. para a produção de celulose kraft. Piracicaba, 1979. 167 p. (Tese - Livre-docência - ESALQ).

BARRICHELO, L.E.G. & FOELKEL, C.E.B. Utilização de madeira de essências florestais nativas na obtenção de celulose: bracinga (*Mimosa bracinga*), embaúba (*Cecropia* sp), caixeta (*Tabebuia cassinoides*) e boleira (*Joannesia princeps*). IPEF, Piracicaba (10):43-53, ago. 1975.

- BEY, C.T. Trends in growth of black walnut originating in various geographic areas. Annual report. Northern nut growers association, (62): 83-6, 1971.
- BIANCHETTI, A. Métodos para superar a dormência de sementes de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). Curitiba, EMBRAPA, 1981. (no prelo).
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO VEGETAL. Regras para análise de sementes. Brasília, DISEM, 1976. 186p.
- BRITO, J.O. *et alii* Características químicas do carvão vegetal. Brasil madeira, Curitiba, 3(33):6-8, set. 1979.
- CARVALHO, N.M. de & NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas, Fundação Cargill, 1980. p.100-1.
- CLAUSEN, K.E. Variation in height growth and growth cessation of 55 yellow birch seed sources. USDA. Forest Service, NC research paper, St. Paul (23):1-4, 1968.
- DORMAN, K.W. The genetics and breeding of southern pines. Washington, USDA. Forest Service, 1976. p.89-281.
- EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina. Porto Alegre, Pallotti, 1978. p.7-15.

- FALCONER, D.S. Introducción a la genética cuantitativa. Mexico, Editorial Continental, 1975. p.317-22.
- FARNWORTH, E.G. & GOLLEY, F.B. Fragile ecosystems: evaluation of research and applications in the Neotropics. Berlin, Springer-Verlag, 1974. 258 p.
- FERRAZ, E.S.B. & FONSECA, S.M. da. Estudo do padrão de crescimento de *Mimosa bracaatinga* pela análise de densidade dos anéis usando radiação gama. Circular técnica. IPEF, Piracicaba (113):1-7, set. 1980.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 5.ed. Piracicaba, Nobel, 1973. p.308-13.
- HOEHNE, F.C. A bracaatinga ou abaracaatinga. São Paulo, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, 1930. 47 p.
- JAIN, S.K. Comparative eco-genetics of two *avena* species occurring in Central California. Evolutionary biology, 3:73-118, 1969.
- KAGEYAMA, P.Y. Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Schiede na região de Agudos, S.P. Piracicaba, 1977. 83 p. (Tese - Mestrado - ESAL0).

- KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. Piracicaba, 1980. 113 p. (Tese - Doutorado - ESALQ).
- KAGEYAMA, P.Y. *et alii*. Variação da densidade básica da madeira de árvores superiores de *Pinus taeda*. Boletim informativo. IPEF. Piracicaba, 6(18):15-9, jul. 1978.
- KAGEYAMA, P.Y. *et alii*. Variação genética entre e dentro de progênes de *Pinus patula* Schiede e Deppe na região de Telêmaco Borba, PR. IPEF, Piracicaba (15):21-39, dez. 1977.
- KANASHIRO, M. *et alii*. Velocidade de germinação de sementes de bracatinga (*Mimosa bracatinga*) a diferentes regimes de temperatura. Piracicaba, 1979. 3 p. (no prelo).
- KEMP, R.H. Seed procurement for species and provenance research. In: BURLEY, J. & WOOD, P.J. A manual on species and provenance research particular reference to the tropics. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1976. p.32-48.
- KOZLOWSKY, T.T. Growth and development of trees. New York, Academic Press, 1971. v.1., p.72-9.

- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKY, T.T. Fisiologia das árvores. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. p.498-506.
- KRUGMAN, S.L. *et alii*. Seed biology. In: USDA. Forest Service. Seeds of woody plants in the United States. Washington, 1974. p.5-40.
- MATTOS, J.R. & MATTOS, N.J. A bracatinga. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 2, Curitiba, 1973. Anais. Curitiba, 1974, p.88-90.
- POGGIANI, F. *et alii*. Utilização de espécies florestais de rápido crescimento na recuperação de áreas degradadas. Série técnica, IPEF, Piracicaba, 2(4):1-25, jan. 1981.
- READ, R.A. Provenance testing and introduction. In: SYMPOSIUM ON SHELTERBELTS ON THE GREAT PLAINS, Denver, 1976. p.147-53.
- REITZ, R. *et alii*. Projeto madeira de Santa Catarina. Sellowia, Itajaí (28-30):1-320, mai. 1978.
- SANTOS, E. Manual do lavrador brasileiro. Rio de Janeiro, F. Briquet, 1957. p.478-85.
- SPURR, S.H. & BARNES, B.V. Forest ecology. 2.ed. New York, Ronald Press, 1973. 571 p.

- STERN, K. & ROCHE, L. Genetics of forest ecosystems. Berlin, Springer-Verlag, 1974. 330 p.
- STONECYPHER, R.W. *et alii*. Inheritance patterns of loblolly pines from a nonselected natural populations. Technical bulletin. North Carolina Agricultural Experiment Station, Raleigh (220):1-60, ago. 1973.
- STYLES, B.J. Taxonomic and biosystematic studies. In: BURLEY, J. & WOOD, J.P. A manual on species and provenance research with particular reference to the tropics. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. p. 15-25.
- THULIN, J.J. & MILLER, J.T. Seed size and altitude of seed source are significantly correlated in *Larix decidua*. Research leaflet. Forest Research Institute, Rotorua (6):1-2, ago. 1964.
- VAN DER SLOOTEN, H.J. *et alii*. Levantamento da densidade da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii* em plantios no sul do Brasil. Série técnica. PRODEPEF, Brasília (5):1-47, 1976.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Piracicaba, Marprint, 1978. p.122-201.
- VENTORIM, N. Considerações sobre a avaliação do sistema de introdução de espécies florestais por parcelas individuais, em Turrialba, Costa Rica. Turrialba, 1971. 97 p. (Tese - Mestrado - IICA).

VIANNA, E.F. A bracinga. O campo. Rio de Janeiro, 15(170):5-6, 1944.

VILLIERS, T.A. Seed dormancy. In: KOZLOWSKY, T.T. Seed biology. New York, Academic Press, 1972. p.220-81.

WAHNSCHAFFE, A. A bracinga. Chãcaras e quintais, São Paulo, 49(2): 201-2, 1934.

WEAVER, J.E. & CLEMENTS, F.E. Ecologia vegetal, Buenos Aires, Acme. Agency, 1950. 667 p.

WRIGHT, J.W. Mejoramiento genetico de los arboles florestales, Roma, FAO, 1964. 436 p.