

# CRESCIMENTO E ESTABILIDADE GENOTÍPICA EM PROGÊNIAS DE *Pinus taeda* L. EM TRÊS LOCALIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO<sup>1</sup>

Antonio Nascim KALIL FILHO<sup>2</sup>

Cesário Lange da Silva PIRES<sup>3</sup>

José GURFINKEL<sup>3</sup>

Geovanita Paulino da Costa KALIL<sup>4</sup>

Márcia Barreto de Medeiros NÓBREGA<sup>2</sup>

Celso Paulo de AZEVEDO<sup>2</sup>

Roberval Monteiro Bezerra de LIMA<sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar progênies de *P. taeda* L., provenientes de pomar clonal da África do Sul, estabelecidas pelo Instituto Florestal do Estado de São Paulo em três localidades: Angatuba, Campos do Jordão e Itararé. Além do desenvolvimento em altura e DAP, foi avaliada a estabilidade genotípica pelo método de EBERHART & RUSSELL (1966), considerando-se anos como ambientes diferentes. As médias de altura e DAP não diferiram significativamente pelo teste de Tukey, demonstrando não serem medidas potenciais para seleção entre progênies. As progênies com maior adaptabilidade geral ou que apresentaram coeficientes de regressão  $b$  iguais a 1 foram: em Angatuba (3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14 e 15), em Campos do Jordão (1, 2, 3, 7, 9, 14, 16 e 17) e em Itararé (1, 2, 6, 7, 9, 13, 15 e 16). Estas progênies apresentam potencial para seleção de material genético com maior capacidade de resposta a alterações ambientais. Todas as progênies, com exceção da 12 em Campos do Jordão, apresentaram a mesma estabilidade ou alta previsibilidade para o caráter altura, com os quadrados médios dos desvios da regressão iguais a zero em todas as localidades. Este fato demonstra que todas as progênies possuem estabilidade semelhante, a seleção não sendo praticável para este caráter no período de anos considerado.

Palavras-chave: *P. taeda*; teste de progênies; estabilidade genotípica.

## ABSTRACT

This paper aimed to evaluate *P. taeda* L. progenies provenant from a South Africa clonal orchard established at Instituto Florestal Experimental Stations placed at Angatuba, Campos do Jordão and Itararé, São Paulo State, Brazil. Besides the development in height and DBH, the genotypic stability was estimated by EBERHART & RUSSELL (1966) method, in which year representing different environments. Height and DBH averages don't differ significantly by Tukey test, demonstrating that isn't a good potential measure to select progenies. Progenies with the best general adaptability second EBERHART & RUSSELL method and that presented regression coefficients equal to 1 were: at Angatuba (3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14 and 15), at Campos do Jordão (1, 2, 3, 7, 9, 14, 16 and 17) and at Itararé (1, 2, 6, 7, 9, 13, 15 and 16). These progenies present potential for selection of the genetic material with better ability to response environmental changes. All the progenies, exception to progeny number 12 at Campos do Jordão, presented the same stability or high previsibility for height. Their means squares of the regression deviations are equal to zero at all localities. This fact demonstrates that all progenies own similar stability; selection for this character is being ineffective for the period of time considered in this analysis.

Key words: *P. taeda*; progeny test; genotypic stability.

(1) Aceito para publicação em dezembro de 1997.

(2) EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, Caixa Postal, 319, 69011-970, Manaus, AM, Brasil.

(3) Instituto Florestal, Caixa Postal, 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(4) CPG, Departamento de Agricultura e Horticultura, ESALQ/USP, 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 *Pinus taeda*: Distribuição Geográfica, Crescimento, Importância Econômica e Utilização Comercial

*Pinus taeda* L. (Loblolly pine), também conhecido como “Arkansas pine”, “North Carolina pine” e “oldfield pine” é a espécie florestal comercial mais importante no sul dos Estados Unidos, onde é dominante em cerca de 11,7 milhões de hectares e compõe mais de metade do volume de pinheiros existentes. Carolus Linnaeus deu à espécie o nome científico, onde “taeda” é a denominação antiga para pinheiros resinosos (BAKER & LANGDON, 1990).

O *Pinus taeda* ocorre em estado nativo em 14 estados americanos, do sul de New Jersey até o centro da Flórida, ao leste do Texas, na planície Atlântica, o planalto Piedmont e a extremidade sul do planalto de Cumberland, a região montanhosa de Rim, o vale e as províncias montanhosas dos montes Appalachian. Não cresce naturalmente na planície inundada do rio Mississipi e é raro nas areias profundas e densas da planície baixa Atlântica e dunas dos Estados da Carolina do Sul e do Norte. Na região de ocorrência, o clima apresenta verões longos e quentes e invernos moderados. A precipitação média anual varia de 1000 a 1500 mm. Temperaturas anuais médias variam de 13° a 24° C (BAKER & LANGDON, 1990). O melhor crescimento dá-se em solos moderadamente ácidos, com drenagem superficial imperfeita e pobre e camada superficial espessa de textura média. Esta espécie tem-se adaptado quando plantada em faixa periférica à sua região de origem e obtido diferentes comportamentos em outros continentes (BAKER & LANGDON, 1990).

É considerada a segunda mais importante espécie florestal do mundo, sendo que esta espécie do sul dos EUA vem proporcionando, através do século, uma produção média de 5 bilhões de pés (15,24 x 10<sup>9</sup> m) de tábuas por ano (ZOBEL, 1982). É uma árvore de vida média, comparada a outras espécies perenes, com rápido crescimento juvenil. Responde bem a tratamentos silviculturais e pode ser manejada em populações naturais adultas em equilíbrio ou não, ou pode ser regenerada artificialmente e manejada em plantações (BAKER & LANGDON, 1990).

A espécie é descrita por HARLOW & HARRAR (1950) como sendo de tamanho médio a grande com 30 m de altura em média e 70 cm de diâmetro (os máximos observados foram 55 m de altura e 1,50 m de diâmetro). O tronco é longo e cilíndrico e a copa, apesar de aberta, é mais densa comparada a outras espécies. Árvores de *Pinus taeda* atingem seu desenvolvimento máximo aos 150 anos, enquanto outras árvores podem ultrapassar a marca de 3 séculos (HARLOW & HARRAR, 1950).

As plantações de *Pinus taeda* ocupam cerca de 1,46 milhões de hectares no sudeste dos Estados Unidos, sendo a maior parte na Geórgia, com 37%, seguido pela Carolina do Sul, com 26%, Virgínia com 12% e Flórida com 3% (VENDRAME, 1994).

Segundo ZOBEL & DORMAN (1973), a espécie *P. taeda* não foi tão bem sucedida e utilizada como uma espécie exótica como poderia ter sido. Vários plantios falharam devido às sementes serem de origem desconhecida e plantadas em ambientes aos quais não estavam adaptadas. Por isso, há uma opinião errada em várias áreas subtropicais, que a espécie mais plantada, *Pinus elliottii*, é melhor e que *Pinus taeda* é inferior. No Brasil, esta limitação já foi superada (VENDRAME, 1994). O rendimento médio do *P. taeda* em condições brasileiras é de aproximadamente 30 m<sup>3</sup>/ha/ano de madeira em espaçamentos de 2,0 x 2,0 metros e 3,0 x 1,30 metros.

Segundo HALL (1980), para crescer em seu potencial, requer um bom ambiente e as melhores fontes genéticas possíveis. Quando ambos são satisfatórios, o potencial da espécie é enorme.

GUPTA & DURZAN (1991) apontam a espécie como a principal a ser manejada por sucessivas plantações florestais por quatro razões principais: 1) regeneração artificial fácil ou natural eficiente em áreas extensivas; 2) rápido crescimento numa ampla faixa de sítios; 3) facilidade de manuseio dos produtos na floresta e na indústria; 4) demanda fixa e preços crescentes para uma variedade de produtos industrializados de sua madeira.

A madeira é utilizada primariamente para a construção civil, papel e polpa, e indústria de chapados e compensados. Também é utilizada em grande proporção para postes, cercas e estacas, devido à sua excelente resistência e boas qualidades

para tratamentos preservativos e para vigas ou feixes laminados, tábuas de partículas, mobília, caixas, engradados, barcos, combustível e brinquedos (VENDRAME, 1994).

Para TARAS (1982), o *Pinus taeda* continuará a contribuir para a área florestal como uma excelente matéria-prima.

O Instituto Florestal implantou grandes povoamentos de *P. taeda* no sul do Estado de São Paulo (Buri, Itapetininga, Itapeva, Itararé e outras localidades) a partir da década de 60, a mesma exibindo boa adaptação em condições paulistas.

Um programa de seleção de diversas espécies de *Pinus* foi iniciado na segunda metade da década de 70, detectando-se, no caso do *P. taeda*, variação, tanto para características de crescimento como qualidade da madeira, constituindo-se, assim, em espécie apta à manipulação genética.

## 1.2 Interação Genótipos x Ambientes

A manifestação fenotípica em mais de um ambiente é o resultado da interação do genótipo com estes ambientes. Há, portanto, os efeitos genéticos, ambientais e o efeito da interação genótipos x ambientes. A importância deste último efeito prende-se à possibilidade de um genótipo apresentar a melhor média do caráter em um ambiente e não em outro, o que influencia o ganho genético, e dificultando a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade. O melhorista deve, assim, avaliar a magnitude e significância das interações genótipos x locais, genótipos x anos ou mesmo outras, quantificar seus efeitos sobre as técnicas de melhoramento e estratégias de difusão de tecnologia e fornecer subsídios que possibilitem adotar procedimentos para sua minimização e/ou seu aproveitamento (CRUZ & REGAZZI, 1994; VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

ALLARD & BRADSHAW (1964) propõem que em função da interação genótipo x ambiente, o programa de melhoramento deveria ser direcionado para a obtenção de genótipos especificamente adaptados a microambientes ou a ambientes particulares. A interação genótipo x ambiente pode introduzir erros nas predições de performance de genótipos e uma das soluções para contornar tais interações é agrupar os genótipos de acordo com suas regiões de ótima adaptação (OWINO & ZOBEL, 1977). Entretanto, segundo

GALVÃO (1994), esta solução é dispendiosa e demorada, sendo impraticável em se considerando os meios e recursos disponíveis na atualidade. Uma das soluções propostas por TAI (1971) consiste na utilização de genótipos com alta estabilidade.

Pelo fato do *P. taeda* ocorrer numa vasta área de distribuição geográfica, alguns proprietários operam em grandes extensões de terra cobrindo diversos ambientes tendo havido intensa permuta de idéias de pesquisa e materiais melhorados entre os membros dos programas cooperativos de melhoramento dos EUA e de práticas culturais intensivas de preparação do solo e adubação, tornando imperativo que os genótipos selecionados pelos melhoristas possuam larga adaptabilidade aliada à produção de volume superior em se querendo evitar a erosão genética devida ao erro de não considerar corretamente a interação genótipo x ambiente. Uma manipulação prática da adaptabilidade pode ser conseguida através da análise da estabilidade genotípica e fenotípica.

As características mais importantes utilizadas para se medir a estabilidade são aquelas associadas ao crescimento: altura total, diâmetro (DAP) e volume da madeira, em função de seu alto valor econômico (KAGEYAMA, 1980), embora seja observada baixa herdabilidade para estas características de acordo com os métodos e espécies empregados.

## 1.3 Estabilidade

Existem diversos métodos para avaliação da estabilidade: o método tradicional de PLAISTED & PETERSON (1959), o de WRICKE (1962), o de FINLAY & WILKINSON (1963), o de EBERHART & RUSSELL (1966), o de PERKINS & JINKS (1968), o de FREEMAN & PERKINS (1971), o de TAI (1971), o de VERMA *et al.* (1978) e o de CRUZ *et al.* (1989).

As análises práticas de estabilidade têm assumido três tendências. Em primeiro lugar, têm procurado determinar a contribuição das somas de quadrados das interações genótipos x ambientes com a eliminação de genótipos individuais (PLAISTED & PETERSON, 1959). WRICKE (1962) sugeriu um método para calcular a contribuição de cada indivíduo para a interação genótipo x ambiente total. Denominou esta medida

de estabilidade de ecovalência. Em segundo lugar, apareceram técnicas que envolvem análise de regressão, primeiramente discutidas por YATES & COCHRAN (1938) e desenvolvidas por FINLAY & WILKINSON (1963). O segundo parâmetro de estabilidade, o desvio da resposta linear, é apresentado neste trabalho. Neste tipo de análise de regressão, é utilizado um índice ambiental. A terceira contribuição é a que determina a regressão da média de um genótipo em relação a todos os genótipos em uma determinada localidade, OWINO (1977) em trabalho com *P. taeda* desenvolvido na Carolina do Norte, USA, constatou que se introduz uma covariância “forçada” que complica a interpretação (OWINO, 1977). “Forçada” porque na COV ( $Y_{ij}I_j$ ), utilizada para a estimação dos coeficientes de estabilidade, são utilizadas algumas médias similares às utilizadas para o cálculo dos índices ambientais  $I_j$ . Por exemplo, a média da progênie 1 no ambiente 1 ( $Y_{1I_1}$ ) é utilizada para o cálculo do índice ambiental 1 ( $I_1$ ) e constitui-se num dos termos para a determinação do coeficiente de estabilidade  $b_1$ , a média da progênie 2 no ambiente 1 ( $Y_{2I_1}$ ) é utilizada para o cálculo do índice ambiental 2 ( $I_2$ ) e entra no cálculo de  $b_2$ . Assim, TAI (1971), com base no método de EBERHART & RUSSELL, desenvolveu método de análise de estabilidade em estudo com cultivares de batata. HANSON, pela mesma razão, utilizou distâncias euclidianas para derivar a estabilidade genotípica relativa e a estabilidade genotípica comparativa.

EBERHART & RUSSELL (1966) expandiram o modelo proposto por FINLAY & WILKINSON (1963) sob o aspecto de que tanto os coeficientes de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo em relação ao índice ambiental quanto aos desvios da regressão proporcionariam estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. A regressão relaciona as médias de um tratamento em diferentes ambientes com índices caracterizadores da qualidade desses ambientes, que são desvios em relação à média geral. Ao se testar vários tratamentos, os dados necessários para o estudo são uma tabela de dupla entrada das médias do caráter e os quadrados médios residuais do caráter, provindos dos experimentos conduzidos nos diferentes ambientes (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). No modelo de EBERHART & RUSSELL (1966)  $Y_{ij} = m_i + b_i I_j + d_{ij}$ , percebemos

que  $I_j$  é o índice ambiental, o qual representa a variável  $X$  no modelo de regressão. É obtido da tabela de dupla entrada, assumindo valores positivos e negativos, sendo sua média nos  $s$  ambientes  $I_m = 0$ . O parâmetro  $b_i$ , um coeficiente de regressão, indica quanto o comportamento da cultivar  $i$  se altera com a alteração  $I_j$  do ambiente. A média  $m_i$  é o valor esperado do caráter na cultivar  $i$  e em condições ambientais médias. O valor  $d_{ij}$  mede os desvios da regressão (inadequação da linearidade) mais os erros experimentais contidos em  $Y_{ij}$  (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). Quando genótipos crescem em diversos ambientes, alguns apresentam baixa estabilidade (o coeficiente de regressão  $b$  é aproximadamente igual a zero). Neste caso, os genótipos não respondem à mudanças ambientais, não sendo importantes para programas de melhoramento. Um genótipo com coeficiente de regressão superior a 1,0, segundo esta metodologia, tem comportamento consistentemente melhor ou superior à média em ambientes favoráveis ou melhorados e inferior em ambientes pobres, enquanto que um que apresenta coeficiente de regressão inferior a 1,0 apresentará desempenho inferior à média em ambientes melhorados e desempenho relativamente melhor ou superior em ambientes desfavoráveis ou pobres. Portanto, deve-se considerar se o melhoramento está sendo realizado em ambientes pobres ou bons (por ex., solos férteis, de boas propriedades físicas, bem adubados, etc.). A técnica para avaliar a estabilidade genotípica consiste em se cultivar genótipos em diversos ambientes (locais ou anos), quantificar os ambientes pela expressão média de todos os genótipos em cada ambiente (índice ambiental) e estimar a regressão linear do valor de cada genótipo sobre os valores médios dos ambientes (OWINO, 1977).

A magnitude e a significância da variância dos desvios da regressão dão uma estimativa da previsibilidade do material genético. EBERHART & RUSSELL (1966) consideram como genótipo ideal aquele que apresenta alta produção média, coeficiente de regressão igual a 1,0 e desvios da regressão tão pequenos quanto possíveis. Uma cultivar com coeficiente de regressão igual a 1,0 significa que esta modifica seu comportamento de modo regular, conforme a qualidade ambiental se altera, ou seja, é capaz de responder à melhoria da qualidade ambiental. Uma cultivar com desvio de regressão igual a zero ou

muito pequeno significa que o caráter modifica-se com as variações ambientais de modo previsível, ou seja, segundo uma linha de regressão perfeita. Com desvio de regressão alto, o comportamento será errático ou imprevisível (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). Ambas as metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade, baseadas em análise de regressão linear simples, têm sido comumente utilizadas. Os conceitos de mais fácil entendimento adotados têm sido os seguintes:

**Adaptabilidade:** refere-se à capacidade dos genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente. Segundo BILBRO & RAY (1976) e BONATO (1978), os desvios da regressão são a medida mais importante para avaliar a estabilidade, enquanto que o coeficiente de regressão é um parâmetro indicador da adaptabilidade, juntamente com a média da cultivar. Os genótipos podem ser classificados da seguinte maneira quanto à adaptabilidade: a) genótipos com adaptabilidade geral ou ampla são aqueles com coeficiente de regressão  $b$  igual a 1; b) genótipos com adaptabilidade específica a ambientes favoráveis são aqueles com  $b$  maior que 1; c) genótipos com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis são aqueles com  $b$  menor que 1. Neste caso, os genótipos são adaptados a ambientes com maior estresse (BARRIGA, 1980).

**Estabilidade:** refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente. É avaliada pelo comportamento da variância atribuída aos desvios da regressão, sendo verificados os seguintes tipos de genótipos: a) genótipos com estabilidade ou previsibilidade alta são aqueles com desvios da regressão igual a 0; b) genótipos com estabilidade ou previsibilidade baixa são aqueles com desvios da regressão maior que 0.

O método de EBERHART & RUSSELL (1966) tem sido utilizado no Brasil com vantagem por diversos pesquisadores em várias espécies, como o trigo (JOPPA *et al.*, 1971; SOUZA, 1985), soja (MAURO, 1992; GALVÃO, 1994), arroz (SILVEIRA, 1980), feijão (SANTOS, 1980; JUNQUEIRA NETO *et al.*, 1982; MIRANDA, 1993), milho (GAMA & HALLAUER, 1980) e mandioca (BARRIGA, 1980).

OLIVEIRA (1976) efetuou estudo comparativo entre seis métodos de análise de estabilidade, concluindo que os métodos de PLAISTED &

PETERSON (1959), FINLAY & WILKINSON (1963) e EBERHART & RUSSELL (1966) são os mais informativos e consistentes.

SUGIYARTO *et al.* (1984) compararam os métodos propostos por FINLAY & WILKINSON (1963) e EBERHART & RUSSELL (1966) e concluíram que, apesar da boa concordância entre os resultados produzidos por cada método, o de EBERHART & RUSSELL (1966) é mais preciso.

EASTON & CLEMENTS (1973) compararam os métodos de PLAISTED & PETERSON (1959), WRICKE (1962), FINLAY & WILKINSON (1963), EBERHART & RUSSELL (1966), ST. PIERRE *et al.* (1967) e TAI (1971), na determinação da produção de grãos de trigo e dos seus componentes primários, quando se varia um único fator ambiental. Os métodos de PLAISTED & PETERSON (1959), WRICKE (1962) e EBERHART & RUSSELL (1966) foram considerados os mais eficazes por detectarem a resposta linear dos genótipos e seus desvios.

Segundo MIRANDA (1993), o método de EBERHART & RUSSELL (1966), entre os métodos que se baseiam em análise de regressão, é o mais recomendado, em virtude das informações que fornece.

O método de EBERHART & RUSSELL (1966) deve ser o preferido, segundo VENCOVSKY & BARRIGA (1992) quando o número de ambientes for pequeno, por ex., menor que 7. Demonstração da aplicação deste método é dada por VENCOVSKY & BARRIGA (1992), utilizando-se dados de cultivares de arroz de sequeiro analisados por SILVEIRA (1980).

Alguns autores preferem utilizar o termo estabilidade para se referir ao comportamento de cultivares ao longo de diferentes anos, num dado local (estabilidade temporal). Esta seria a estabilidade que mais interessa ao produtor (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). Quando os ambientes são constituídos de diferentes locais, num dado ano, estes autores preferem usar o termo adaptabilidade (estabilidade geográfica). VENCOVSKY & TORRES (1988) fizeram esta distinção, estudando cultivares quanto à sua estabilidade temporal e geográfica. Verificaram, entre outros aspectos, que estas duas propriedades não se mostraram correlacionadas, podendo ter bases genéticas distintas. Em termos práticos, estes autores concluíram que uma seleção para maior

adaptabilidade (geográfica) não garantiria estabilidade diante das flutuações climáticas entre anos (VENCOVSKY & BARRIGA, 1980).

O termo estabilidade genotípica é utilizado por HANSON (1970), que propõe um método de estimação da estabilidade genotípica relativa e comparativa. OWINO (1977) e OWINO & ZOBEL (1977) utilizam o termo estabilidade genotípica ao estudar progênies de *P. taeda* em diferentes ambientes dos EUA.

Métodos de determinação da estabilidade genotípica das progênies testadas em diversos locais visam auxiliar no processo de seleção das mais produtivas e, ao mesmo tempo, mais estáveis em diferentes ambientes (KALIL FILHO, 1983).

Neste trabalho, é medida a adaptabilidade de progênies de *P. taeda* plantadas em Angatuba, Itararé e Campos do Jordão, Estado de São Paulo. (expressa pelos coeficientes de estabilidade) e estabilidade temporal - ao longo dos anos - (expressa pelos desvios de regressão) da altura e DAP.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O material genético é proveniente de pomar clonal na África do Sul, constando de 18 progênies de meios-irmãos de *P. taeda*, plantadas em espaçamento de 3,0 x 2,0 metros, delineamento em blocos casualizados, 4 repetições, 12 plantas/parcela em 1975.

Os ensaios acham-se instalados em três localidades do Estado de São Paulo: Campos do Jordão, Angatuba e Itararé. Foram efetuadas medições de altura (H) no período de 1976 a 1980 (1º ao 5º ano de idade) nas três localidades, bem como medições do diâmetro à altura do peito (DAP) no período de 1977 a 1980 (2º ao 5º ano de idade) para Campos do Jordão e Angatuba.

Foram efetuadas as análises de variância (ANAVA) para cada local e ano individualmente e o teste de Tukey da ANAVA conjunta para cada característica em cada localidade no período de anos considerado.

Foi determinada a estabilidade das progênies para a característica altura da planta de cada localidade em separado, considerando-se os anos (1º ao 5º ano de idade) como ambientes diferentes, segundo o método preconizado por EBERHART & RUSSELL (1966), atendendo ao seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = m_i + b_i I_j + d_{ij} \quad \text{sendo:}$$

$I_j$  é o índice ambiental, o qual representa a variável  $X$  no modelo de regressão. É obtido da tabela de dupla entrada, assumindo valores positivos e negativos, sendo sua média nos  $s$  ambientes  $I_m = 0$ ;

$b_i$  é o coeficiente de regressão, indica quanto o comportamento da cultivar  $i$  se altera com a alteração  $I_j$  do ambiente;

$m_i$  é a média ou o valor esperado do caráter na cultivar  $i$  e em condições ambientais médias;

$d_{ij}$  mede os desvios da regressão (inadequação da linearidade) mais os erros experimentais contidos em  $Y_{ij}$  (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TABELA 1 apresenta os resultados das análises de variância para altura (H) e diâmetro à altura do peito (DAP) nos diversos ambientes. Como pode-se observar, houve diferenças significativas entre famílias nos três locais em quase todos os anos, o que demonstra que as progênies diferiram consistentemente para estes caracteres, ou seja, possuem considerável grau de variabilidade fenotípica.

WOESSNER (1971) afirma que há grande magnitude de variabilidade genética presente em *P. taeda*. A variabilidade natural que, em geral, possui estreita associação com a variabilidade genética, também é ampla dentro desta espécie de pinheiro resinoso que ocorre em ampla faixa de distribuição geográfica nos EUA, sendo espécie de fácil adaptação ao longo da periferia de sua região de origem, havendo sido introduzida em outros continentes com vários graus de sucesso (BAKER & LANGDON, 1990).

A TABELA 2 apresenta o teste de Tukey da ANAVA conjunta, considerando as médias de altura e DAP no período de anos considerado, para cada localidade. Não é observada uma progênie superior às demais. Entretanto, considerando-se somente a magnitude dos valores fenotípicos médios, a progênie 2 destacou-se em Angatuba, Campos do Jordão e Itararé, com 4,55, 5,49 e 5,54 m de altura, respectivamente, e 10,70, 12,77 e 12,60 cm de DAP.

TABELA 1 - Análise de variância para altura e DAP.

F.V.	G.L.	Q.M. (ALTURA)					Q.M. (DAP)			
		1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano
Blocos	3									
Angatuba		0,054*	0,151*	0,036*	0,113	0,184	0,928*	0,147*	0,265	0,516
C. Jordão		0,020	0,116	0,384*	0,611*	1,639*	0,120	1,067	2,218	2,622
Itararé		0,018	0,057	0,112	0,200	0,201	0,075	0,643	0,116	0,122
Progênes	17									
Angatuba		0,095**	0,159*	0,226*	0,288*	0,266*	1,016*	1,123*	1,522*	1,758**
C. Jordão		0,041**	0,355	0,570**	0,817*	0,997*	0,247	1,953*	2,656	2,547**
Itararé		0,022	0,134**	0,311**	0,537**	0,605*	0,134*	1,082*	0,999**	1,039**
Resíduo	51									
Angatuba		0,015	0,051	0,056	0,065	0,076	0,212	0,194	0,370	0,469
C. Jordão		0,014	0,117	0,129	0,161	0,401	0,137	0,835	3,795	1,783
Itararé		0,069	0,029	0,076	0,166	0,408	0,039	0,462	0,396	0,354

(\*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

(\*\*) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 2 - Médias de altura e DAP no período de anos.

Progênes	Angatuba		C. do Jordão		Itararé	
	H	DAP	H	DAP	H	DAP
1	4,34 abc	9,63 abcd	5,02 ab	11,93 a	4,78 ab	11,37 abc
2	4,55 a	10,30 ab	5,49 a	12,77 a	5,54 a	12,60 a
3	4,44 ab	9,67 abcd	4,99 ab	11,60 a	4,53 b	11,00 bc
4	4,55 a	10,70 a	4,82 ab	11,73 a	4,74 ab	11,47 abc
5	4,32 abc	9,93 abc	4,77 ab	11,53 a	4,73 ab	11,83 ab
6	4,39 abc	10,00 ab	4,50 ab	10,53 a	4,87 ab	11,00 bc
7	4,24 abc	9,43 abcd	5,12 a	11,57 a	4,61 ab	10,63 bc
8	4,15 abc	9,67 abcd	4,50 ab	10,93 a	4,55 ab	11,03 abc
9	4,40 abc	10,13 ab	4,94 ab	11,83 a	4,90 ab	11,37 abc
10	4,17 abc	9,50 abcd	4,54 ab	11,27 a	4,56 ab	11,03 bc
11	4,38 abc	9,87 abc	4,57 ab	10,43 a	4,52 b	10,93 bc
12	3,84 c	8,43 d	4,04 b	9,63 a	4,44 b	10,97 bc
13	4,28 abc	9,53 abcd	4,67 ab	11,00 a	4,80 ab	11,33 abc
14	3,99 abc	9,13 bcd	4,95 ab	11,73 a	4,56 ab	11,10 bc
15	4,37 abc	9,23 bcd	4,86 ab	10,37 a	4,70 ab	10,37 c
16	4,12 abc	8,93 bcd	5,22 a	11,80 a	4,86 ab	11,43 abc
17	4,26 abc	9,90 abc	4,55 ab	10,37 a	4,51 b	10,57 bc
18	3,85 bc	8,50 cd	4,84 ab	11,40 a	4,58 ab	11,03 bc

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

Quase todas as progênies não diferiram significativamente ao nível de 5% para altura e DAP nas diferentes localidades no período de anos considerado para estas características. Assim, em Angatuba, as progênies 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15 e 16 não diferiram entre si para altura. Estas mesmas progênies, com exceção das progênies 16, 15 e 14, não diferiram entre si para DAP. Em Campos do Jordão, todas as progênies, com exceção da 12 não diferiram entre si para altura e não se observou diferenças significativas entre pares de progênies para DAP. Em Itararé, as progênies 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 16 e 18 não apresentaram diferenças entre médias de altura estatisticamente significativas ao nível de 5% de probabilidade. Estas mesmas progênies, com exceção das progênies 7, 8, 10, 14, 15 e 18 também não diferiram estatisticamente entre si para DAP.

A não observância de contrastes entre as médias de H e DAP para a maioria das progênies testadas nos diferentes ambientes (anos) nas diferentes localidades evidencia a impossibilidade de se selecionar progênies com base unicamente da média.

As TABELAS 3, 4, e 5 apresentam as análises de estabilidade genotípica para altura nas 3 localidades: Angatuba, Campos do Jordão e Itararé. O quadrado médio de anos dentro de cada progênie para altura e DAP foi significativo ao nível de 1% de probabilidade. O crescimento em altura e DAP de cada progênie no período de anos considerado nas três localidades pode ser explicado apenas pelo modelo linear, uma vez que os quadrados médios da regressão linear foram altamente significativos e os desvios da regressão não significativos para cada progênie nas três localidades (TABELAS 3, 4 e 5).

TABELA 3 - Análise da estabilidade genotípica em Angatuba.

Progênies	QM Anos/Prog.	QM Regr. Lin.	QM Desv. Regr.	b
1	4,4120**	17,64**	0,0012	0,9847
2	4,4190**	17,67**	0,0050	0,9905
3	4,4272**	19,59**	0,0015	1,0430
4	4,7458**	18,96**	0,0082	1,0259
5	4,2189**	17,87**	0,0034	0,9676
6	4,5356**	18,14**	0,0003	1,0035
7	4,8172**	19,27**	0,0000	1,0343
8	4,5701**	18,21**	0,0226	1,0055
9	4,9625**	19,85**	0,0004	1,0497
10	3,8554**	15,41**	0,0039	0,9249
11	4,5109**	18,02**	0,0092	1,0000
12	3,9035**	15,56**	0,0174	0,9294
13	4,5356**	18,13**	0,0024	1,0034
14	4,6011**	18,40**	0,0003	1,0107
15	5,3333**	21,32**	0,0054	1,0878
16	4,4638**	17,85**	0,0008	0,9955
17	4,4595**	17,83**	0,0037	0,9948
18	4,0182**	16,07**	0,0005	0,9445

(\*\*) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QM Erro médio = 0,0526

O número de graus de liberdade para Anos/Progênies é 4, para a regressão linear é 1, e para os desvios da regressão, 3.

KALIL FILHO, A. N. *et al.* Crescimento e estabilidade genotípica em progênies de *Pinus taeda* L. em três localidades do Estado de São Paulo.

TABELA 4 - Análise da estabilidade genotípica em Campos do Jordão.

Progênies	QM Anos/Prog.	QM Regr. Lin.	QM Desv. Regres.	b
1	10,92**	43,70**	0,0038	1,0339
2	12,03**	48,12**	0,0028	1,0851
3	10,79**	43,17**	0,0008	1,0278
4	9,83**	39,33**	0,0027	0,9809
5	9,97**	39,98**	0,0023	0,9890
6	9,54**	38,14**	0,0097	0,9660
7	12,15**	46,61**	0,0021	1,0905
8	9,21**	36,84**	0,0096	0,9493
9	10,69**	42,75**	0,0075	1,0227
10	8,73**	34,93**	0,0002	0,9244
11	8,87**	34,48**	0,0020	0,9316
12	8,35**	33,37**	0,1870	0,9035
13	9,83**	39,32**	0,0055	0,9808
14	11,18**	44,72**	0,0036	1,0460
15	10,19**	40,77**	0,0038	0,9987
16	11,46**	45,66**	0,0677	1,0571
17	10,75**	42,81**	0,0610	1,0234
18	10,01**	40,01**	0,0980	0,9894

(\*\*) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QM<sub>Erro médio</sub> = 0,1644

O número de graus de liberdade para Anos/Progênies é 4, para a regressão linear é 1, e para os desvios da regressão, 3.

TABELA 5 - Análise da estabilidade genotípica em Itararé.

Progênies	QM Anos/Prog.	QM Regr. Lin.	QM Desv. Regr.	b
1	9,74**	38,99**	0,0004	1,0249
2	12,19**	48,47**	0,0152	1,1426
3	8,62**	34,48**	0,0029	0,9637
4	9,19**	36,77**	0,0005	0,9952
5	9,06**	36,26**	0,0022	0,9882
6	9,84**	39,36**	0,0070	1,0300
7	9,36**	37,42**	0,0041	1,0040
8	8,76**	35,03**	0,0028	0,9714
9	9,65**	38,59**	0,0050	1,0195
10	9,38**	33,50**	0,0003	0,9499
11	8,53**	34,12**	0,0004	0,9587
12	8,57**	34,26**	0,0077	0,9605
13	9,50**	37,97**	0,0071	1,0117
14	9,16**	31,63**	0,0008	0,9933
15	9,43**	37,69**	0,0015	1,0077
16	9,85**	39,39**	0,0016	1,0300
17	8,52**	34,07**	0,0001	0,9580
18	9,13**	36,48**	0,0052	0,9913

(\*\*) Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

QM<sub>Erromédio</sub> = 0,1495

O número de graus de liberdade para Anos/Progênies é 4, para a regressão linear é 1, e para os desvios da regressão, 3.

Os dados de *b* para a característica altura (TABELAS 3, 4 e 5) permitiram classificar as progênies em dois tipos, as primeiras apresentando coeficientes de estabilidade *b* iguais a 1, as quais foram: em Angatuba (progênies 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14 e 15), em Campos do Jordão (1, 2, 3, 7, 9, 14, 16 e 17) e em Itararé (1, 2, 6, 7, 9, 13, 15 e 16). As progênies deste tipo, segundo EBERHART & RUSSELL (1966), são consideradas como apresentando genótipo ideal, pois apresentam as melhores médias, coeficientes de estabilidade (regressão) igual a 1,0 e desvios da regressão iguais a zero. Uma progênie com coeficiente de regressão igual a 1,0 possui estabilidade geral ou ampla, modifica seu comportamento de modo regular, conforme a qualidade ambiental se altera, ou seja, é capaz de responder à melhoria da qualidade ambiental. Portanto, estas progênies possuem maior capacidade que as demais para responder às melhorias do ambiente. Uma progênie com desvio de regressão igual a zero ou muito pequeno significa que o caráter modifica-se com as variações ambientais de modo previsível, ou seja, segundo uma linha de regressão perfeita. A totalidade destas progênies apresentou quadrados médios dos desvios da regressão iguais a zero em todas as localidades. A TABELA 2 mostra que suas médias não diferiram estatisticamente entre si.

De acordo com ZOBEL & DORMAN (1973), o *P. taeda* é uma espécie de grande adaptabilidade, boa qualidade da madeira e de fácil manejo. Devido à sua ampla faixa de distribuição, é geneticamente complexa e consiste de uma série de raças geográficas. Foi introduzido no Brasil na década de 60 com grande sucesso devido à sua fácil adaptação, principalmente na região sul, nos Estados do Paraná e Santa Catarina.

Dentre os fatores apontados por GUPTA & DURZAN (1991) para justificar a espécie como a principal a ser manejada por sucessivas plantações florestais, destacam-se a regeneração artificial fácil ou natural eficiente em áreas extensivas e o rápido crescimento numa ampla faixa de sítios.

As progênies do segundo tipo são as que apresentaram coeficientes de estabilidade menor que 1, a saber, as demais progênies dentro de cada localidade. Estas, em sua grande maioria, também apresentaram valores dos quadrados médios dos desvios da regressão iguais a zero. As médias destas progênies também não diferiram estatisticamente entre si, conforme é atestado na TABELA 2.

Não ocorreram progênies com coeficientes de regressão superiores a 1. As progênies deste tipo, segundo EBERHART & RUSSELL (1966), apresentarão desempenho inferior à média em ambientes melhorados e desempenho relativamente melhor ou superior em ambientes desfavoráveis ou pobres. Assim, são progênies com adaptabilidade específica a ambientes com maior estresse (BARRIGA, 1980). A estabilidade da grande maioria das progênies do segundo tipo é semelhante às do primeiro tipo, uma vez que seus desvios de regressão são iguais a zero apresentando, assim, previsibilidade de comportamento ao longo do tempo dentro de cada localidade.

Embora, de forma geral, não tenham havido diferenças significativas entre as médias das progênies, as do primeiro tipo, por apresentarem *b* igual a 1 e, conseqüentemente, responderem melhor às mudanças de ambiente, por exemplo, variações climáticas no período de anos considerado, apresentam potencial para seleção, pois as demais, por apresentarem *b* inferior a 1, somente apresentam respostas a ambientes desfavoráveis ou condições de estresse, o que não representou a situação vigente para as localidades testadas.

Em plantas alógamas a estabilidade é conferida principalmente pela heterozigosidade que, quanto maior, leva a um equilíbrio fisiológico mais acentuado. Portanto, as progênies mais estáveis suportam melhor as flutuações ambientais (EBERHART, 1969).

## 5 CONCLUSÕES

- a) A não detecção de contraste entre médias evidencia que as mesmas não representam medida potencial com fins de seleção entre progênies para altura e DAP dentro de cada localidade nos anos considerados na análise.
- b) O fato dos quadrados médios da regressão linear para cada uma das progênies serem altamente significativos, aliada à não significância dos desvios da regressão em todas as localidades demonstra que o crescimento médio em altura das progênies é explicado apenas por um modelo de regressão linear no período de anos considerado.
- c) As progênies com maior adaptabilidade geral ou que apresentaram coeficientes de regressão *b* iguais a 1 foram: em Angatuba (3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14 e 15), em Campos do Jordão (1, 2, 3, 7, 9, 14, 16 e 17) e em Itararé (1, 2, 6, 7, 9, 13, 15 e 16). Estas progênies apresentam potencial para seleção de

material genético com maior capacidade de resposta a alterações ambientais, podendo ser cultivado tanto sob condições favoráveis, como desfavoráveis.

- d) Todas as progênies, com exceção da 12 em Campos do Jordão, apresentaram a mesma estabilidade ou alta previsibilidade para o caráter altura, com os quadrados médios dos desvios da regressão iguais a zero em todas localidades. Este fato demonstra que todas as progênies possuem estabilidade semelhante, a seleção não sendo praticável para este caráter no período de anos considerado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R. W. & BRADSHAW, A. D. 1964. Implications of genotype-environment interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.*, Madison, 4(5):503-508.
- BAKER, J. B. & LANGDON, O. G. 1990. *Pinus taeda* L.- Loblolly pine. In: BURNS, R. M. & HONKALA, B. H. (eds.) *Silvics of North America*. Washington, USDA Forest Service. v. 1. p. 497-512. (Agriculture Handbook)
- BARRIGA, R. H. M. P. 1980. *Caracterização de cultivares de mandioca (Manihot esculenta Crantz) com relação à produção e estabilidade*. Piracicaba, ESALQ/USP. 128p. (Dissertação de Mestrado)
- BILBRO, J. D. & RAY, L. L. 1976. Environmental stability and adaptation of several cotton cultivars. *Crop Sci.*, Madison, 16:821-824.
- BONATO, E. R. 1978. *Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja (Glycine max (L) Merrill) nas condições do Rio Grande do Sul*. Piracicaba, ESALQ/USP. 75p. (Dissertação de Mestrado)
- CRUZ, C. D. & REGAZZI, A. J. 1994. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa, UFV. 390p.
- \_\_\_\_\_; TORRES, R. A. & VENCOVSKY, R. 1989. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. *Rev. Bras. Genét.*, Ribeirão Preto, 12:567-580.
- EASTON, H. S. & CLEMENTS, R. J. 1973. The interaction of wheat genotypes with a specific factor of the environment. *J. Agric. Sci.*, London, 80(1):43-52.
- EBERHART, S. A. & RUSSEL, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, Madison, 4:363-66.
- EBERHART, S. A. 1969. Yield and stability for a ten-line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. *Crop Sci.*, Madison, 9: 257-61.
- FINLAY, K. W. & WILKINSON, G. N. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Austr. J. Agric. Res.*, Australia, 14:742-754.
- FREEMAN, G. H. & PERKINS, J. M. 1971. Environment and genotype-environment components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. *Heredity*, Edinburgh, 27:15-23.
- GALVÃO, E. R. 1994. *Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de nove genótipos de soja (Glycine max (L.) Merrill) em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul*. Viçosa, UFV. 52p. (Dissertação de Mestrado)
- GAMA, E. E. G. & HALLAUER, A. R. 1980. Stability of hybrids produced from selected and unselected hybrids of maize. *Crop Sci.*, Madison, 20:623-626.
- GUPTA, P. K. & DURZAN, D. J. 1991. Loblolly pine (*Pinus taeda* L.). In: BAJAJ, Y. P. S. (ed.) *Biotechnology in agriculture and forestry*. Berlin, Springer-Verlag. v. 16. p. 383-407.
- HALL, K. 1980. Biology and genetics; introduction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INSTITUTE OF PAPER AND CHEMISTRY, 50. Appleton, 1978. Paper science and technology, the cutting edge. *Proceedings...* Appleton, I.P.C. p. 15-17.
- HANSON, W. D. 1970. Genotype stability. *Theoretical and applied Genetics*, Berlin, 40:226-231.
- HARLOW, W. M. & HARRAR, E. S. 1950. *Textbook of dendrology*. 3ed. New York, McGraw-Hill. 555p.
- JOPPA, L. R.; LEBSOCK, K. L. & BUSCH, R. H. 1971. Yield stability of selected spring wheat cultivars, (*Triticum aestivum* L. em Thel) in the uniform regional nurseries, 1959 to 1968. *Crop Sci.*, Madison, 11:238-241.
- JUNQUEIRA NETO, A. *et al.* 1982. Análise de adaptabilidade e estabilidade de dezesseis cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em seis municípios do sul de Minas Gerais. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia-GO, 1982. *Anais...* Goiânia, EMBRAPA-CNPAP. p. 47-8.

- KAGEYAMA, P. Y. 1980. *Variação genética em progênies de uma população de Eucalyptus grandis (Hill) Maiden*. Piracicaba, ESALQ. 125p. (Tese de Doutorado)
- KALIL FILHO, A. N. A. 1983. Estabilidade fenotípica como uma medida de adaptação nas espécies florestais. *Brasil Florestal*, Rio de Janeiro, 53:53-56.
- MAURO, A. O. 1992. *Adaptabilidade, estabilidade e ganho genético com o processo seletivo em soja (Glycine max (L.) Merrill) em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul*. Viçosa, UFV. 192p. (Tese de Doutorado)
- MIRANDA, G. V. 1993. *Comparação de métodos de avaliação de adaptabilidade e estabilidade em plantas cultivadas*. Brasília, UNB. 64p. (Dissertação de Mestrado)
- OLIVEIRA, A. C. 1976. *Comparação de alguns métodos de determinação de estabilidade em plantas cultivadas*. Brasília, UNB. 64p. (Dissertação de Mestrado)
- OWINO, F. 1977. Genotype x environment interaction and genotypic stability in loblolly pine. *Silvae Genetica*, Reinbek, 26(1):21-26.
- \_\_\_\_\_. & ZOBEL, B. 1977. Genotype x environment interaction and genotypic stability in loblolly pine. *Silvae Genetica*, Reinbek, 26(1):18-21.
- PERKINS, J. M. & JINKS, J. L. 1968. Environment and genotype-environment components of variability. III. Multiple lines and crosses. *Heredity*, Edinburgh, 23:339-356.
- PLAISTED, R. L. & PETERSON, L. C. 1959. A technique of evaluating the ability of selections to yield consistently in different seasons or locations. *Amer. Potato J.*, Maine, 36:381-85.
- SANTOS, J. B. 1980. *Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L) nas condições do sul de Minas Gerais*. Piracicaba, ESALQ/USP. 110p. (Dissertação de Mestrado)
- SILVEIRA, E. P. 1980. *Interação genótipos x locais em arroz de sequeiro (Oryza sativa L.) no Estado de São Paulo*. Piracicaba, ESALQ/USP. 97p. (Dissertação de Mestrado)
- SOUZA, M. A. 1985. *Adaptabilidade, estabilidade, correlações e coeficiente de trilha em genótipos de trigo (T. aestivum L.) em doze ambientes de Minas Gerais*. Viçosa, UFV. 118p. (Dissertação de Mestrado)
- ST. PIERRE, C. A.; KLINCK, H. R. & GAUTHIER, F. M. 1967. Early generation selection under different environments as it influences adaptation of barley. *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, 47(4):507-517.
- SUGIYARTO, E.; SOEMARTO; & MANGOENDIDJOJO, W. 1984. Yield stability analysis in sugarcane cultivar trial. *Agric. Sci.*, 3(8):315-22.
- TAI, G. C. C. 1971. Genotypic stability analysis and its applications to potato regional trials. *Crop Sci.*, Madison, 11:184-90.
- TARAS, A. M. 1982. Properties of uses of loblolly pine. In: SYMPOSIUM OF LOBLOLLY PINE ECOSYSTEM (EAST REGION). Raleigh, 1982. *Proceedings...* Raleigh, North Carolina University Press. p. 233-45.
- VENCOVSKY, R. & TORRES, R. A. A. 1988. Estabilidade geográfica e temporal em alguns cultivares de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16, Belo Horizonte-MG, 1986. *Anais...* Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS. p. 294-300.
- \_\_\_\_\_. & BARRIGA, P. 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento. *Rev. Brasil. Genét.*, Ribeirão Preto. 486p.
- VENDRAME, W. A. 1994. *Embriogênese somática em P. taeda L.* Piracicaba. ESALQ/USP. 104p. (Dissertação de Mestrado)
- VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S. & MURTY, B. R. 1978. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. *Theor. Appl. Genet.*, New York, 53:89-91.
- YATES, F. & COCHRAN, W. G. 1938. The analysis of group of experiments. *J. Agric. Sci.*, London, 28:556-80.
- WOESSNER, R. A. 1971. Crossing among loblolly pine indigenous to different areas as a means for genetic improvement. *Silvae Genetica*, Reinbek, 21:35-39.
- WRICKE, G. 1962. Über eine methode zur erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Pflanzenzucht*, 47:92-6.
- ZOBEL, B. 1982. Loblolly pine in retrospect. In: SYMPOSIUM OF LOBLOLLY PINE ECOSYSTEM (EAST REGION), Raleigh, 1982. *Proceedings...* Raleigh, North Carolina University Press. p. 1-15.
- \_\_\_\_\_. & DORMAN, K. W. 1973. Loblolly pine as an exotic. *Forest Genetic Resources Information*, Rome, 2:3-15.