

VARIAÇÃO GENÉTICA ENTRE PROCEDÊNCIAS DE
Pinus oocarpa SCHIEDE NA REGIÃO DE AGUDOS - SP.

PAULO YOSHIO KAGEYAMA

Instituto de Pesquisas e
Estudos Florestais - IPEF

Orientador: PROF. ROLAND VENCovsky

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Junho 1977

OFEREÇO

ã Angela e ã Caroline

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos e em especial deferência,

- Ao Prof. Dr. Roland Vencovsky e Prof. Dr. Mário Ferreira, que me orientaram na realização desse trabalho;

- Ao Prof. Dr. Helládio do Amaral Mello, que me iniciou e incentivou no campo da pesquisa;

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

- À Companhia Agro Florestal Monte Alegre, pela instalação e condução da experimentação;

- Ao Prof. Dr. Humberto de Campos, Prof. Dr. Walter de Paula Lima e Engenheiros Florestais Adalberto Plínio Silva e Norival Nicolielo, pelas sugestões apresentadas;

- Aos Acadêmicos José Roberto Capitani, Valter João Diehl e Sueli Rita Furlani Christofoletti, pela colaboração na coleta e computação dos dados;

- À Sônia Novaes Rasesa, pelo trabalho de datilografia;

- Ao Coordenador Técnico do IPEF, Engenheiro Florestal Walter Sales Jacob, pelo apoio e colaboração.

INDICE

	<u>Página</u>
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1. <i>Pinus oocarpa</i> Schiede: distribuição geográfica e importância	7
3.2. Testes de Procedências	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1. Material	17
4.2. Métodos	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1. Resultados aos 1 e 2 anos de idade	25
5.2. Resultados aos 4 anos de idade	28
5.3. Correlação entre as características aos 4 anos de idade	38
5.4. Análise conjunta das Características	39
5.5. Evolução no crescimento das plantas das procedências	46
5.6. Associações entre as características das plantas no ensaio e os locais de origem das sementes	47
6. CONCLUSÕES	63
7. SUMMARY	67
8. LITERATURA CITADA	70
APÊNDICE	75

LISTA DE TABELAS

<u>Número</u>	<u>Página</u>
1. Localidade, latitude, longitude, altitude, precipitação média anual e estação seca dos locais de origem das sementes.	18
2. Médias de altura total de plantas, porcentagem de sobrevivência para as procedências e resultados obtidos na Análise de Variância aos 1 e 2 anos de idade.	26
3. Resultados obtidos aos 4 anos de idade. Média de altura total, DAP, sobrevivência, volume cilíndrico, retidão do tronco, ângulo de ramos, espessura de ramos e comprimento de internódios, das procedências. Resultados da Análise de Variância e Componentes de Variância para as diferentes características.	29
4. Resumo das diferenças significativas entre médias de procedências pelo Teste Tukey para altura de plantas	30
5. Resumo das diferenças significativas entre médias de procedências pelo teste Tukey, para forma do tronco.	34
6. Dados de espessura de ramos, espessura de ramos por unidade de DAP e posições relativas das diversas procedências .	36
7. "Coeficiente de correlação de Spearman" entre as características das plantas, ao nível de médias de procedências, aos 4 anos de idade.	38
8. Avaliação das procedências através dos "Índice de Seleção Empírico", atribuindo-se diferentes pesos às características de crescimento, forma do tronco e ramificação	42
9. Comparação entre os "índices totais" obtidos para as procedências, considerando-se três conjuntos de características e diferentes coeficientes aplicados.	44

Número

Página

10. Resultados da Análise de Variância para os dados de "índices totais" envolvendo as sete características simultaneamente , aos quatro anos de idade.	
11. "Coeficiente de correlação de Spearman" entre as idades de 1, 2 e 4 anos, para a altura de plantas, ao nível de médias de procedências.	47
12. Resumo dos resultados obtidos para os "coeficientes de correlação de Spearman" entre as características das plantas no ensaio e as características dos locais de origem das sementes.	62

LISTA DE FIGURAS

<u>Número</u>	<u>Página</u>
1. Variação da Altura total de plantas das procedências em função da Latitude dos locais de origem das sementes	49
2. Variação da Altura total de plantas das procedências em função da Longitude dos locais de origem das sementes	50
3. Variação da Altura total de plantas das procedências em função da Altitude dos locais de origem das sementes	51
4. Variação da Altura total de plantas das procedências em função de Precipitação anual dos locais de origem das sementes.	52
5. Variação da Altura total de plantas das procedências em função da Intensidade de seca dos locais de origem das sementes.	53
6. Variação da Forma do tronco das plantas das procedências em função da Latitude dos locais de origem das sementes.	56
7. Variação da Forma do tronco das plantas das procedências em função da Longitude dos locais de origem das sementes	57
8. Variação da Forma do tronco das plantas das procedências em função da Altitude dos locais de origem das sementes	58
9. Variação da Forma do tronco das plantas das procedências em função da precipitação anual dos locais de origem das sementes.	59
10. Variação da Forma do tronco das plantas das procedências em função da intensidade de seca dos locais de origem das sementes.	60

1. RESUMO

O teste de procedência de *P. oocarpa* Schiede instalado em área da Companhia Agro Florestal Monte Alegre no município de Agudos-SP, e motivo desse estudo, faz parte de um programa de melhoramento genético que vem sendo conduzido com a espécie pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF.

O ensaio foi instalado em fevereiro de 1972, envolvendo 13 lotes de diferentes localidades da distribuição natural da espécie na América Central, graças a coleta empreendida pelo Commonwealth Forestry Institute - Universidade de Oxford. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com 13 tratamentos e 4 repetições, com parcelas de 49 (7 x 7) plantas ao espaçamento de 3,0 x 3,0 metros, utilizando-se as 25 plantas centrais para a coleta de dados.

Foram estudadas as variações genéticas entre procedências para as características de crescimento em altura, sobrevivência, DAP, volume cilíndrico, forma do tronco, espessura de ramos, ângulo de ramos e comprimento de internódios. Foram também conduzidos estudos de correlações entre as características das plantas, correlações entre as diferentes idades e associações das características das procedências no ensaio com as características dos locais de origem das sementes.

Os resultados obtidos a partir dos dados coletados aos 1 e

2 anos de idade demonstraram a existência de variações genéticas entre procedências para altura de plantas, porém não se detectando tais variações para sobrevivência nas parcelas.

A análise estatística dos dados coletados aos 4 anos de idade revelou a existência de variações genéticas entre procedências para todas as características, exceto para sobrevivência de plantas. As características altura de plantas, forma do tronco, comprimento de internódios e ângulo de ramos foram as que mostraram maior participação genética entre procedências na variância total observada. Por sua vez, as características de DAP, volume cilíndrico e espessura de ramos, mostraram menor participação genética entre procedências na variância total, embora tenham sido detectadas variações genéticas entre procedências.

Para o estudo de correlações fenotípicas entre características, ao nível de médias de procedências, foram detectadas correlações positivas e significativas entre altura de plantas e as características de DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios. Correlações negativas e significativas foram obtidas entre altura de plantas e ângulo de ramos, assim como entre forma do tronco e espessura de ramos.

Em função das variações genéticas observadas para as diferentes características, das correlações obtidas entre as mesmas e do valor atribuído para cada uma no programa de melhoramento com a espécie, atribuíram-se diferentes pesos para as características, segundo o método de "Índice de seleção empírico". Através dessa metodologia foram obtidos e quantificados os índices totais para as diversas procedências, levando em consideração todas as características simultaneamente. As procedências que apresentaram melhores comportamentos foram: a. Rafael-Nicaragua - procedência nº 13; b. Lagunilla-Guatemala - procedência nº 2; c. Camélias-Nicaragua - procedência nº 6; d. Zapotillo-Honduras - procedência nº 7; e. MT Pine Ridge-Belize - procedência nº 11 e f. San Marcus-Honduras - procedência nº 5.

A Análise de Variância para os índices totais revelou a existência de variações genéticas entre procedências para esse parâmetro

composto. Os componentes de variância revelaram, para esse parâmetro, uma alta participação da variação genética entre procedências na variação total, mostrando a sensibilidade para a comparação entre procedências através do índice total.

As correlações fenotípicas, obtidas através do coeficiente de correlação de Spearman para altura de plantas, entre o primeiro, segundo e quarto ano, revelaram-se altas e significativas, porém com tendência a decrescer com o distanciamento entre as idades, sugerindo maiores cuidados na extrapolação dos resultados para idades futuras.

Associações entre as características de altura e de forma do tronco das árvores das procedências com as características geográficas e climáticas dos locais de origem das sementes revelaram que, enquanto altura de plantas esteve mais associada às variações de altitude, precipitação pluviométrica e estação seca dos locais de origem das sementes, a forma do tronco das árvores se mostrou mais associada às variações de latitude e longitude dos locais de origem das sementes.

2. INTRODUÇÃO

O aumento que vem sendo verificado no mercado mundial para a demanda de madeira, aliado à necessidade de suprimentos regulares de matéria prima cada vez mais uniformes, tem impulsionado os projetos industriais a se utilizarem quase que exclusivamente de espécies introduzidas. No Brasil, onde a implantação de florestas sofreu um grande impulso, em função dos altos rendimentos verificados, ênfase vem sendo dada à utilização de espécies introduzidas dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*.

Com o aumento crescente das plantações, informações sobre adaptação e potencialidade das espécies foram necessárias e grande soma de esforços foi concentrada na escolha de espécies aptas que pudessem atingir os objetivos de produção de madeira de qualidade aceitável para as indústrias madeireiras.

Nessa primeira fase, à custa de inúmeros insucessos, diversas espécies introduzidas mostraram-se adequadas e foram básicas para a implantação das vastas áreas de florestas que vem sendo efetuadas em nosso país. Para o gênero *Pinus*, dentre as espécies potenciais, destacam-se as de origem tropical, que tem se revelado de alta importância para grande parte de nossas regiões.

O *Pinus oocarpa* Schiede, pelo seu pontecial de crescimento em áreas de baixa fertilidade, tem representado, juntamente com o *Pi-*

nus caribaea Morelet e o *Pinus kesya* Royle e Gordon, uma das mais importantes espécies de coníferas para diversas regiões subtropicais e tropicais de nosso país.

As melhores plantações com o *Pinus oocarpa* Schiede em nossas condições situam-se nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. As sementes utilizadas para implantação dessas florestas foram, no geral, de origem não bem definida. As variações observadas entre plantações da espécie, tanto para as características de crescimento como para forma geral das árvores, sugerem que variações genéticas ao nível intra específico sejam de alta magnitude, justificando o estudo de procedências para a espécie. O estudo da variação genética dentro da amplitude de distribuição geográfica natural das espécies através de ensaios denominados de procedência, constitui-se em metodologia bastante utilizada em florestas, sendo de fundamental importância nos programas de melhoramento.

O Teste de Procedência de *P. oocarpa* que vem sendo conduzido pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, e motivo deste estudo, faz parte de um programa internacional com a espécie, segundo Convênio estabelecido com a Universidade de Oxford, através do Commonwealth Forestry Institute (C.F.I.).

O presente trabalho tem por objetivos:

- a. Estudar as variações genéticas entre procedências de *Pinus oocarpa* Schiede para as principais características silviculturais, na região de Agudos-SP.
- b. Estabelecer metodologias para avaliação de algumas características silviculturais não comumente avaliadas em nossas condições.
- c. Estudar as correlações existentes entre as características das plantas, para as condições da experimentação.
- d. Classificar as procedências quanto ao seu comportamento em função das diversas características estudadas.

e. Obter informações sobre os padrões de variações observados e sua relação com as características dos locais de origem das sementes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. *Pinus oocarpa* Schiede: distribuição geográfica e importância

O *Pinus oocarpa* Schiede tem uma ampla distribuição geográfica na sua área de ocorrência natural. É encontrado, segundo KEMP (1973), no México, Belize, Guatemala, Honduras e Nicarágua, em altitudes variando geralmente de 700 a 2000 metros, em regiões com estações secas às vezes severas. Em muitas áreas, onde a espécie ocorre naturalmente, há um período contínuo de até 6 meses com médias de precipitação mensal inferiores a 50 mm.

Segundo MARTINEZ (1948) o *Pinus oocarpa* Schiede pertence a Secção Serótina que engloba espécies que se caracterizam por apresentarem cones que não abrem suas escamas a um só tempo. Os *Pinus* desta Secção são divididos em três grupos principais: grupo *oocarpa*, grupo *patula* e grupo *peninsulares*. O grupo *oocarpa* compreende as espécies que apresentam cones simétricos, ovóides ou parcialmente ovóides e coloração ocre ou vermelho-marron. Esse grupo compreende o *P.oocarpa* Schiede e suas variedades: *microphylla*, *manzanoi*, *trifoliata* e *ochoterenai*.

Dentro do grupo *oocarpa* vem tomando importância no cenário florestal mundial somente o *P.oocarpa* Schiede e o *P.oocarpa* var. *ochoterenai* Martinez. Segundo MARTINEZ (1948) o *P.oocarpa* var. *ochoterenai* distingue-se do *P.oocarpa* Schiede nos seguintes aspectos:

- a. Acículas em numero de 4 a 5, algumas vezes 3, de cor verde amarelada e mais finas. A espécie típica tem acículas de coloração verde-claro, grossas e duras, com 5 acículas por fascículo.
- b. Seu cone é leve, largamente ovóide e de coloração ocre com tonalidades avermelhadas. A espécie típica apresenta cones pesados, ovóides achatados ou globulosos e de coloração ocre com tonalidade verde.
- c. Os espinhos das escamas são dirigidos no sentido do ápice do cone. Na espécie típica, os espinhos dirigem-se no sentido do pedúnculo do cone.
- d. As suas escamas são mais numerosas, irregulares e rugosas enquanto que na espécie típica são em menor número, regulares e lisas.

Diversos autores tem se referido às populações procedentes de Belize como sendo *P. oocarpa* var. *ochaterenai* Martinez, como cita *MARTIN (1973)*. *FERREIRA e KAGEYAMA (1974)* relatam a existência de árvores com características típicas de *P. oocarpa* Schiede ao lado de outras assemelhando-se ao *P. oocarpa* var. *ochaterenai* numa mesma população. No entanto, *KEMP (1973)* argumenta que somente após os estudos detalhados das procedências da América Central, conclusões mais definitivas poderão ser obtidas a respeito da classificação varietal fora do México, sendo preferível, até então, a utilização somente do nome específico juntamente com o local de origem.

O *P. oocarpa* Schiede vem tomando cada vez mais importância para os países tropicais, com sua inclusão em inúmeros programas de melhoramento em todo o mundo. Segundo *KEMP (1973)*, um total de 30 países vem participando do Teste de Procedência Internacional que vem sendo conduzido com a espécie.

ABELL (1972), realça a importância do *P. oocarpa* Schiede para as regiões de Zâmbia com altitudes de 1000 a 1200 metros, relatando que

gradativamente vem aumentando o interesse na espécie.

MARTIN (1973), em descrição dos trabalhos de melhoramento genético que vem sendo conduzido no Congo-Brazaville, relatou a alta produção que vem sendo obtida com o *P.caribaea* Morelet e o *P.oocarpa* Schiede, merecendo atenção especial no programa que vem sendo conduzido naquele país.

A importância da espécie na África do Sul é enfatizada por *MOTERSON (1973)*, relatando que o *P.oocarpa* Schiede poderia ocupar real destaque em áreas ecológicas intermediárias as que vem sendo utilizadas para *P.caribaea* Morelet e *P.patula* Schiede e Deppe.

Quanto à qualidade da madeira, poucos estudos tem sido conduzidos com o *P.oocarpa* Schiede. A exportação da madeira de populações naturais dessa espécie para os E.U.A. e para a Europa tem mostrado que a mesma é aceitável no mercado internacional. A utilização da madeira da espécie para indústria de celulose e papel tem sugerido uma boa qualidade para esse fim e uma equivalência em qualidade com as mais importantes espécies de *Pinus* do Sul dos E.U.A..

Na análise de densidade da madeira de espécies de *Pinus* tropicais em Malaya, *HARRIS (1973)* revela que para essa característica o *P.oocarpa* Schiede mostra marcante similaridade com o *P.caribaea* Morelet. *HARDIE e INGRAM (1973)* em comparação do *P.oocarpa* Schiede com o *P.kesyia* Rayle ex Gordon, relatam que a primeira espécie, além de revelar troncos mais retos e nenhum problema silvicultural sério, tem propriedades da madeira semelhantes à segunda.

No Brasil, segundo *FERREIRA e KAGEYAMA (1977)*, a estimativa de área plantada com *P.oocarpa* Schiede é da ordem de 5.000 ha por ano. A madeira dos povoamentos inicialmente implantados principalmente nas regiões de Agudos vem sendo normalmente utilizadas para indústrias de serralha e de aglomerados (*BERTOLANI, 1976*)*.

* Comunicação Pessoal.

3.2. Testes de Procedências

3.2.1. Variação entre procedências

O termo Procedência, referindo-se ao local de origem geográfica de sementes, pólen ou propágulo, tem recebido diversas definições, principalmente quando a diferenciação entre florestas naturais e implantadas é exigida.

Em estudo crítico sobre o assunto, *JONES (1973)* enfatiza a necessidade de uma padronização da terminologia assim como para a necessidade de obtenção do maior número possível de informações relevantes sobre cada lote de sementes. O autor expõe uma classificação baseada na história genética da população, denominando de procedência natural e procedência derivada quando se consideram as florestas naturais ou implantadas, respectivamente, fazendo ainda considerações sobre a interferência do homem no processo de seleção.

Variações genéticas entre procedências dentro de uma espécie florestal tem há longo tempo sido reconhecidas. Essas diferenças tem surgido como um resultado da adaptação das espécies às condições edafoclimáticas dos habitats. Assim, é de se esperar que populações ocorrendo em habitats de diferentes condições ecológicas tenham diferentes habilidades adaptativas. Embora elas estejam classificadas como pertencentes a uma espécie, geralmente variam na sua inerente constituição genética em função de sua adaptação e diferentes habitats.

A variação genética entre procedências pode ser do tipo clinal (contínua) ou ecotípica (descontínua). Segundo *STYLES (1976)*, o *ecotipo* se caracteriza por uma diferenciação através de barreiras ecológicas ou geográficas entre as populações de uma mesma espécie, não existindo porém barreiras genéticas para a troca de genes entre os diversos ecotipos. O termo *cline* é utilizado para descrever as variações de características nas populações que são relacionadas a gradientes ambientais. Assim, um padrão de gradação nas características fenotípicas associadas com um gradiente ecológico é conhecido como *ecocline*, com fatores geográficos como *topocli-*

ne, etc.. Finalizando, o autor encerra mostrando que o termo cline não é uma categoria taxonômica, mas sim um termo para descrever um tipo particular de variação contínua.

Segundo *WRIGHT (1964)* é de alta importância o conhecimento do tipo de variação existente para uma determinada espécie. No caso da variação ser descontínua, é importante conhecer os limites dos ecotipos. Se a variação contínua é a regra, é possível prever o comportamento de uma procedência não ensaiada pelo comportamento das procedências situadas nos extremos opostos da sua distribuição natural.

Exemplos de clines foram descritos na literatura por diversos autores tais como *MERGEN (1963)* citado por *STYLES (1976)* que descreve a ocorrência de topocline em *Pinus strobus* para as características comprimento de folhas, número de estômatos e número de ductos de resina variando com a latitude dos locais de origem. Também *ELDRIDGE (1972)* detectou variação do tipo clinal entre populações de *Eucalyptus regnans* para as características de crescimento e forma das árvores, com a variação de altitude dos locais das populações.

Usualmente, a semente de origem local é melhor adaptada. Isso equivale a afirmar que as melhores procedências para um determinado local são as que vegetam em condições ecológicas semelhantes a esse local. Há exemplos, entretanto, em que a origem da semente não local tem se mostrado superior. Segundo *NAMKOONG (1969)*, uma explicação seria que a seleção natural é para rápida reprodução, enquanto os melhoristas florestais estão voltados mais objetivamente para vigor vegetativo.

3.2.2. Importância e objetivos

Várias décadas de pesquisa tem mostrado que um dos melhores métodos para a detecção de variações genéticas em espécies florestais é através de testes de procedências (*READ, 1976*). Segundo o autor, tais testes consistem no plantio de sementes originadas de diferentes localidades geográficas, segundo um delineamento estatístico adequado, onde a variação ambiental é minimizada. As diferenças observadas entre origens de semen-

tes são na maior parte de origem genética.

Segundo *KEMP (1976)*, a semente utilizada para o teste de procedência deve ser representativa da população da qual foi coletada, para que genes talvez favoráveis no local de experimentação não sejam perdidos. O autor estabelece um mínimo de 25-30 árvores para tais fins.

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, os testes de procedências fornecem importantes informações sobre os padrões de variações genéticas, de grandeza de diferenciação genética e interações de genótipos por ambientes.

Um outro objetivo de alta importância atribuído aos testes de procedência é o de conservação genética, principalmente para algumas populações em risco de extinção através de sua exploração indiscriminada. Segundo *KEMP (1976)*, a semente coletada para testes de procedências pode ser favorável para tal objetivo, desde que a coleta contenha uma representatividade das populações.

A utilização dos testes de Procedências para produção de sementes é enfatizada por *NANSON (1972)*. Segundo o autor, após a devida avaliação, o teste de procedência poderia ser transformado em "Pomar de Sementes de Procedências" através de seleção entre e dentro das parcelas. Sementes de larga base genética seriam produzidas nessas áreas, que poderiam ser importantes para continuidade do programa de melhoramento.

3.2.3. Avaliação das características e Análise estatística

Em manual de pesquisa com procedências, *BURLEY et alii (1976)* estabelecem prioridades para características na avaliação de campo. Os autores consideram importantes as características de crescimento (produção de matéria seca e volume de madeira), forma do tronco (inclinação, toruosidade, bifurcações, fator de forma e circularidade), características

da copa (comprimento, diâmetro e forma), características da casca (espessura, textura e coloração), sistema de ramificação (número, diâmetro, comprimento, ângulo, tipo e desrama), características de folhas (comprimento, largura, forma e colocação) e de frutos (dimensão e forma). É dada ênfase também às características fisiológicas das árvores (fototropismo, fenologia, taxa fotossintética e florescimento) e de sanidade (resistência a pragas, doenças, fogo, seca e geadas). Finalmente, em idades mais avançadas do teste, são consideradas de importância as características tecnológicas da madeira (propriedades físico-mecânicas, anatomia, produção de celulose e propriedades da polpa) assim como as características químicas (ciclo de nutrientes, análise foliar e formação de compostos químicos).

Uma análise global dos principais testes de procedências, que foram e vem sendo conduzidos no mundo, revela que determinadas características, em função da sua importância econômica e da sua variabilidade e controle genético, vem recebendo maior atenção pelos melhoristas florestais.

Segundo *SHELBOURNE (1969)*, a forma do tronco das árvores é uma das diversas características morfológicas das árvores que afetam a qualidade do tronco, juntamente com o ângulo, número, tamanho e distribuição dos ramos. Enquanto o termo qualidade da madeira se refere às características da madeira, a qualidade do tronco é um importante determinante da qualidade da madeira.

A variação em forma do tronco tem se revelado extremamente alta dentro de algumas espécies. Em revisão sobre herdabilidade para forma do tronco em coníferas, *SHELBOURNE (1969)* enfatiza que os estudos conduzidos mostram maiores herdabilidades para essa característica, comparativamente a altura de plantas, DAP, número de ramos e bifurcações.

ANDREW e WRIGHT (1976), com relação à forma do tronco, mostram que a característica pode ser avaliada a partir dos seguintes métodos:

a. Através de uma escala artificial, variando de, digamos 0 (reto), 3 (moderadamente sinuoso), até 6 (muito tortuoso), com apropriadas

classes intermediárias. Diversos autores tem-se utilizado desse método, podendo-se citar *ELDRIDGE (1972)*, *SPRACKLING e READ (1975)*, *NIKLES (1973)*, dentre outros.

b. Com o total do comprimento da tora utilizável que pode ser obtida, dependendo portanto do produto final a que se destina, *NIKLES et alii (1973)*, utilizaram-se do método para avaliação da forma do tronco em *P. caribaea* var. *bahamensis* Barret e Golfari, com notas variando de 1 a 6, dependendo do número de toras retas variando de 1,20 a 6,00 metros.

c. Por meio de um desvio mecânico, através de medidas de ângulo de inclinação ou grande curvatura do tronco. Uma técnica fotogramétrica para medição de retidão do tronco foi desenvolvida por *SHELBOURNE e WANKOONG (1966)* citado por *SHELBOURNE (1969)*, porém impraticável para grande número de árvores.

As características de ramificações das árvores, incluindo-se espessura e ângulo, tem sido avaliadas tanto através de notas subjetivas, segundo uma escala artificial, como por medições através de aparelhos. *ANDREW e WRIGHT (1976)* relatam que as características citadas podem ser convenientemente avaliadas em um ou mais verticilos selecionados a um intervalo pré-estabelecido no tronco.

ELDRIDGE (1972) estabeleceu um sistema de notas subjetivas de 1 a 4 para avaliação de ângulo de ramos para os 3/4 inferiores do tronco das árvores, enquanto *SPRACKLING e READ (1975)* utilizando o mesmo sistema atribuíram notas variando de 1 a 10.

NIKLES (1973), em avaliação de progênies de *Araucaria cunningghamii* Ait., considera a característica espessura de ramos medindo amostras de ramos a 5 centímetros de inserção com o tronco. O mesmo autor, ainda, toma a medida dos ângulos dos ramos formados com o eixo principal do tronco, avaliando também o comprimento médio dos internódios entre os 6,0 metros de altura e o topo da árvore.

Para a análise estatística dos dados para as características individuais, tem sido utilizada pela maioria dos autores a clássica

Análise de Variância, associada aos testes complementares para comparação de médias.

ANDREW e WRIGHT (1976) descrevem a metodologia para estudo de componentes de variância, para as diferentes fontes de variação, através da Esperança dos Quadrados Médios da Análise de Variância. *REHFELDT e COX (1975)*, estimam os componentes de variações genéticas e não genéticas para as diversas características em termos de porcentagem da variação total, dando maior ou menor importância para as mesmas em função da maior ou menor expressão da variância genética em relação à ambiental.

A análise para as diversas características simultaneamente, para a determinação do potencial real das procedências, tem sido efetuada através dos diversos tipos de Análise multivariada, segundo relata *BURLEY (1973)*. O agrupamento das características numa análise global tem também sido realizado através do sistema de "Índice de Seleção Empírico", segundo relatam *MATZIRIS e ZOBEL (1975)*. Por este método são atribuídos coeficientes às diversas características, em função de sua importância no programa de melhoramento. A somatória dos valores fenotípicos, com base nesses coeficientes, seria o valor global da procedência para as diversas características consideradas.

BURLEY (1973), ao propor um esquema geral para análise estatística de ensaios de procedências, dá ênfase para estudos de correlações entre as características das plantas e aos estudos de interações de procedências por locais.

BURLEY et alii (1976) mostram a importância da avaliação dos ensaios de procedências nos estágios iniciais de crescimento, principalmente visando aos estudos posteriores de correlações entre as idades juvenis e adultas.

Consideráveis alterações nos padrões de crescimentos das procedências tem ocorrido em diversos ensaios, podendo-se citar o exemplo clássico relatado por *WAKELEY e BERCAW (1965)* em procedências de *Pinus taeda* L. Os autores, comparando os resultados obtidos aos 35 anos de idade com os obtidos nos estágios de 10 e 20 anos, sugerem que conclusões basea-

das nos primeiros 10 ou mesmo 20 anos em Teste de Procedência de *P. taeda* L. podem ser prematuras. LEE (1974) associando os resultados obtidos aos 5, 10 e 15 anos de idade, para teste de procedência de *Pinus strobus*, anotou que considerável mudança nos padrões de crescimento tem ocorrido entre as idades estudadas, principalmente para a procedência tida como de melhor crescimento.

SQUILLACE e GANSEL (1974), em estudo de correlação entre as idades juvenil e adulta em populações de *P. elliotii* var. *elliotii*, encontrou fracas correlações entre altura de plantas aos 3 e 25 anos ($r = 0,12$), porém com uma visível melhora na correlação entre 8, 14 e 18 anos e a idade de 25 anos, com valores de r iguais a 0,47; 0,74 e 0,85, respectivamente.

Em Testes de Procedências de *Pinus strobus*, FUNK (1971) e LEE (1974) utilizaram-se do "coeficiente de correlação de Spearman" para estudar a interação de procedências por locais. Esse tipo de correlação é aplicado quando os dados a serem computados não seguem uma distribuição normal. O caso de diferentes procedências, e portanto não pertencentes a uma mesma população, mostra que seria adequada a aplicação do "coeficiente de correlação de Spearman".

Tem sido de bastante utilidade para maior compreensão das variações entre procedências o estudo da associação dessas variações às características geográficas e climáticas dos locais de origem das sementes. Diversos autores tem se utilizado dessa metodologia, podendo-se citar: BEY (1971), que encontrou associações entre as características início de crescimento vegetativo, época de queda das folhas, crescimento em altura e número de gemas laterais nas árvores com variação de latitude de origem das sementes; WAKELEY (1963), que relata correlações significativas entre as variações de altura de plantas das procedências e latitude dos locais de coleta das sementes; WELLS e WAKELEY (1970), que obtiveram fortes correlações entre variação de temperatura média anual nos locais de origem das sementes e crescimento em altura das procedências; ELDRIDGE (1972), que encontrou uma tendência linear significativa entre altura de plantas com altitude de origem.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

4.1.1. Características do local de experimentação

O experimento foi instalado em área da Companhia Agro-Florestal Monte Alegre, no município de Agudos-SP, em uma latitude de $22^{\circ} 19'$ S, longitude de $49^{\circ} 04'$ W e altitude de 550 metros.

Segundo a carta climática do Estado de São Paulo, organizada por *GODOY e ORTOLANI (sem data)*, com base no sistema de Köppen, o clima na região é do tipo Cwa, ou mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais quente ultrapassa 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C . A precipitação média anual é de 1215,0 mm, predominando no semestre mais quente.

O solo onde se encontra o experimento, de acordo com *BRA-SIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1960)*, é um latosol vermelho-amarelo fase arenosa, profundo, bem drenado e de classe textural barro-argilo-arenoso, ácido e de baixa fertilidade. A vegetação primitiva no local era do tipo cerrado.

4.1.2. Dados sobre as procedências

A localização geográfica e as características climáticas

dos locais de origem das sementes, coletadas pelo COMMONWEALTH FORESTRY INSTITUTE (CFI) e Universidade de Oxford, são apresentadas na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1. Localidade, latitude, longitude, altitude, precipitação média anual e estação seca dos locais de origem das sementes.

Trat ^o	N ^o CFI	Local - País	Latit. °N	Long. °W	Alt. m	Prec. mm	Est. seca
1	4-71	Angeles-Hond.	14 ^o 07	87 ^o 04	1300	950	6 A
2	8-71	Lagunilla-Guat.	14 ^o 42	89 ^o 57	1300	950	6 A
3	30-70	Pueblocaido-Guat.	15 ^o 12	89 ^o 18	800	1900	5 B
4	3-71	Bucaral-Guat.	15 ^o 01	90 ^o 09	1100	800	6 A
5	7-70	San Marcus-Hond.	14 ^o 36	87 ^o 00	1100	1200	5 B
6	2-70	Camélias-Nic.	13 ^o 46	86 ^o 18	1000	1500	5 B
7	6-70	Zapotillo-Hond.	14 ^o 37	87 ^o 02	1100	1200	5 B
8	10-71	San José-Guat.	14 ^o 28	89 ^o 28	1000	1000	6 A
9	29-71	Huehuetenango-Guat.	15 ^o 13	91 ^o 32	1700	1000	6 A
10	10-70	Lima-Guat.	15 ^o 11	89 ^o 21	1000	1800	5 C
11	30-71	Mt. Pine Ridge-Bel.	17 ^o 00	88 ^o 55	700	1600	2 C
12	7-71	Siguatpeque-Hond.	14 ^o 32	87 ^o 45	1100	1250	5 A
13	29-71	Rafael-Nic.	13 ^o 12	86 ^o 06	1100	1500	5 B

Fonte: CFI - Universidade de Oxford

Trat^o : número de procedência na experimentação;

N^o CFI : número do lote original dado pelo CFI;

Lat. °N : latitude em graus Norte;

Long. °W : longitude em graus Oeste;

Alt. : altitude em metros;

Prec. mm : precipitação pluviométrica em milímetros;

Est. seca : estação seca sendo que o número indica meses com menos que 50 mm de precipitação no ano e a letra refere-se à intensidade de seca (A = seca intensa; B = seca média e C = seca leve);

Hond. : República de Honduras;

Guat. : Guatemala;

Nic. : Nicarágua e Bel. : Belize.

Outras informações acerca das populações que deram origem as sementes utilizadas no ensaio encontram-se no Apêndice 1.

4.2. Métodos

4.2.1. Instalação e coleta de dados do ensaio

O ensaio foi instalado no campo em fevereiro de 1972 com mudas produzidas no viveiro do Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, SP.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 13 tratamentos (procedências) e 4 repetições. As parcelas foram constituídas de 49 (7 x 7) plantas ao espaçamento de 3,0 x 3,0 m, tendo-se utilizado as 25 plantas centrais para a coleta de dados.

Foram coletados dados do ensaio aos 1, 2 e 4 anos após o plantio no campo, os quais foram submetidos à análise estatística. No primeiro e segundo ano obtiveram-se dados de altura total e de sobrevivência das árvores nas parcelas. Aos 4 anos de idade, além dos parâmetros avaliados aos 1 e 2 anos, incluíram-se as características de crescimento em DAP e volume cilíndrico, forma do tronco, espessura de ramos, ângulo de ramos e comprimento de internódios para a caracterização e comparação das procedências.

4.2.2. Avaliação das características das plantas no ensaio

A medição das características de altura total e de DAP das plantas das parcelas foi feita utilizando-se de aparelho "blumeleiss" e de compasso dendrométrico, respectivamente. Os dados de volume cilíndrico foram calculados a partir dos dados de altura total, DAP e de sobrevivência nas parcelas.

Para a avaliação de forma do tronco, espessura de ramos, ângulo de ramos e comprimento de internódios, utilizou-se da metodologia descrita a seguir:

Forma do tronco

Foram atribuídas notas subjetivas às árvores das parcelas, considerando-se os primeiros 4 metros do tronco a partir da base, com o seguinte critério:

nota 1 - nenhuma tora reta;

nota 2 - a segunda tora de 2 metros, a partir da base, reta;

nota 3 - a primeira tora de 2 metros, a partir da base, reta;

nota 4 - duas toras de 2 metros, a partir da base, retas;

nota 5 - uma tora de 4 metros, a partir da base, reta.

A utilização desse esquema, adaptado de *NIKLES et alii* (1973), foi baseada principalmente na avaliação do tronco das árvores com vistas à indústria de serraria.

Espessura de ramos

Foi considerado como o valor representativo da árvore, a média dos diâmetros dos ramos, a cinco centímetros da inserção com o tronco principal. Foram considerados, em cada árvore, quatro ramos em dois verticilos à altura do DAP, para a medida de espessura dos ramos.

Ângulo de ramos

Para a mensuração de ângulo de ramos, foram tomados os mesmos ramos utilizados para a avaliação de espessura. Foram medidos ângulos formados pelos quatro ramos com o eixo principal do tronco, tomando-se a média como representativa da árvore.

Comprimento de internódios

Tomou-se de cada árvore, o comprimento dos cinco primeiros internódios a partir da altura do DAP em direção ao topo. Em seguida, obteve-se a média dos comprimentos dos cinco internódios, a qual foi considerada como representativa da árvore e utilizada na análise estatística.

A metodologia utilizada nas avaliações de espessura de ra-

mos, ângulo de ramos e comprimento de internódios, foi adaptado de *NIKLES (1973)*.

4.2.3. Análise estatística dos dados

Os dados do ensaio, coletados no 1º, 2º e 4º ano de idade, foram analisados ao nível de médias de parcelas. Procedeu-se à Análise de Variância, e o estudo dos contrastes entre as médias foi realizado com a utilização do Teste Tukey. Os dados de sobrevivência de plantas nas parcelas foram transformados em \sqrt{x} para a análise estatística. Para as demais características não foram feitas transformações pelo fato de ter-se trabalhado com médias de parcelas. Esse fato por si só conduz a normalidade dos erros, dispensando portanto outras transformações.

O esquema utilizado para a Análise de Variância, assim como as expressões das Esperanças dos Quadrados médios para o estudo das componentes da variância foi baseado em *ANDREW e WRIGHT (1976)*.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	E(Q.M.)
Blocos	(B - 1)	S ₁	Q ₁	$\sigma_e^2 + p \sigma_b^2$
Procedências	(P - 1)	S ₂	Q ₂	$\sigma_e^2 + b \sigma_p^2$
Erro	(B - 1) (P - 1)	S ₃	Q ₃	σ_e^2

F.V. = Fonte de Variação;

G.L. = Grau de Liberdade;

S.Q. = Soma de Quadrados;

Q.M. = Quadrados Médios;

E(Q.M.) = Esperança dos Quadrados Médios;

B = nº blocos;

P = nº procedências;

σ_e^2 = componente residual da variância, devido a variação entre parcelas;

σ_p^2 = componente da variância para as diferenças genéticas entre procedências, e

σ_b^2 = componente da variância para as diferenças entre blocos.

As estimativas dos componentes de variância para as diferentes fontes de variações podem ser obtidos por:

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_3 \quad ; \quad \hat{\sigma}_p^2 = \frac{Q_2 - Q_3}{B} \quad , \quad \hat{\sigma}_b^2 = \frac{Q_1 - Q_3}{P}$$

4.2.4. Correlação entre as idades

Para avaliar este ítem foram calculados os "coeficientes de correlação de Spearman" (r_s) entre as três idades citadas anteriormente, duas a duas, ao nível de médias de procedências, para altura total de plantas. Esse parâmetro permite a quantificação da interação procedência por idades, sendo bastante útil nos estudos de correlação entre as fases juvenil e adulta.

O "coeficiente de correlação de Spearman", utilizado por *FUNK (1971)* e *LEE (1974)*, 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 de diferentes procedências.

Os coeficientes de correlação de Spearman foram calculados a partir da fórmula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{(n-1)(n)(n+1)}$$

sendo:

r_s = coeficiente de correlação de Spearman;

6 = constante;

d_i = diferenças entre as posições para as 2 características;

n = número de valores.

O teste de significância dos valores de r_s obtidos, foi realizado através do teste t , pela fórmula:

$$t = \frac{r_s \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{1-r_s^2}}$$

onde:

r_s = coeficiente de correlação de Spearman;
 n = número de dados em cada variável.

4.2.5. Correlação entre características

A partir dos dados coletados aos 4 anos de idade, calcularam-se os coeficientes de correlação de Spearman entre as principais características, duas a duas, ao nível de média de procedências. O estudo dessas correlações visa auxiliar a caracterização das procedências e fornecer subsídios ao trabalho de seleção dentro do ensaio.

As justificativas para a utilização desse tipo de correlação para associação entre características são as mesmas citadas anteriormente para correlação entre idades.

Igualmente para esse caso, o teste de significância dos valores de r_s obtidos foi realizado pelo teste t .

4.2.6. Associação entre as características das plantas no ensaio e os locais de origem das sementes

Foram estudadas as relações existentes entre as variações das procedências no ensaio e as características dos locais e das populações de origem das sementes. Associações com latitude, longitude, altitude, precipitação pluviométrica e estação seca dos locais de origem das sementes, foram conduzidas visando determinar a importância desses fatores no comportamento das procedências.

As variações observadas para altura de plantas das procedências e as variações para cada característica dos locais de origem das sementes foram plotadas em um gráfico bidimensional. Os coeficientes de correlação de Spearman foram calculados para cada par de variáveis estudadas.

4.2.7. Índice de seleção empírico

Para a avaliação do comportamento das procedências para as diversas características simultaneamente, utilizou-se o método de "índice

de seleção empírico," adaptado de *MATZIRIS e ZOBEL (1975)*.

Através desse método foram atribuídos diferentes pesos ou coeficientes às características das plantas, considerando-se seus valores econômicos no programa de melhoramento.

Em função da importância atribuída para as características de crescimento e forma do tronco nos principais programas de melhoramento e principalmente dos valores que essas representam na produção e na qualidade da madeira, foram atribuídos maiores coeficientes a essas características e menores pesos às características de ramificação. Assim, o autor atribuiu coeficientes de 0,4 para crescimento, 0,4 para forma do tronco e 0,2 para ramificação, coerentes com a sua importância no programa de melhoramento da espécie.

Para cada característica estudada, reduziram-se os dados de médias de parcelas a porcentagem em relação à média geral do experimento, para a qual se atribuiu o valor de 100%. Desse modo, obteve-se uma uniformização da unidade para todas as características. Em seguida, aplicando-se o coeficiente estipulado para cada característica, foram obtidos os novos valores para cada parcela. Esses valores foram denominados "Índices de Seleção Individual". Dessa maneira, cada parcela apresentava tantos índices individuais quantas eram as características estudadas.

A Análise de Variância para todas as características simultaneamente, segundo sugerido por *VENCŌVSKY (1977)**, foi realizada utilizando-se os dados de somatória dos índices individuais para as diferentes características, obtendo-se para cada parcela novos valores englobando todas as características. Esse índice recebeu a denominação de "Índice de Seleção Total".

* *VENCŌVSKY, R. (1977) - Informação pessoal.*

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Resultados obtidos aos 1 e 2 anos de idade

As performances das procedências no ensaio aos 1 e 2 anos de idade são apresentadas na Tabela 2.

5.1.1. Sobrevivência

Os dados de médias de sobrevivência do ensaio revelaram valores altos, generalizadamente, para todas as procedências até os 2 anos de idade. A média geral do ensaio no primeiro ano foi de 97,0%, com um valor de 92,0% para a procedência de pior sobrevivência. No segundo ano a média do ensaio foi de 98,5%, com pouca alteração em relação aos dados do ano anterior.

A Análise de Variância aplicada aos dados de médias de parcelas para sobrevivência de plantas, aos 1 e 2 anos de idade, revelou não significância para os valores de F obtidos para tratamentos, não se detectando variações genéticas entre procedências para essa característica.

5.1.2. Altura total

A Análise de Variância aplicada aos dados de médias de parcelas para altura total de plantas revelou valores de F significativos ao nível de 1% para 1 e 2 anos de idade, revelando a existência de variação

Tabela 2. Médias de altura total de plantas, porcentagem de sobrevivência para as procedências e resultados obtidos na Análise de Variância aos 1 e 2 anos de idade.

Trat ^o	Origem da Semente	1 ano		2 anos	
		\bar{H} (m)	Sobr.(%)	\bar{H} (m)	Sobr.(%)
1	Angeles - Hond.	0,70	97,0	2,70	96,0
2	Lagunilla - Guat.	0,60	97,0	2,62	97,0
3	Pueblocaido - Guat.	0,82	99,0	2,96	99,0
4	Bucaral - Guat.	0,72	98,0	2,71	98,0
5	San Marcus - Hond.	0,68	99,0	2,63	97,0
6	Camélias - Nic.	0,92	95,0	3,45	95,0
7	Zapotillo - Hond.	0,71	98,0	2,66	98,0
8	San Jose - Guat.	0,63	96,0	2,40	96,0
9	Huehuetenango - Guat.	0,51	98,0	2,10	98,0
10	Lima - Guat.	0,84	98,0	3,22	98,0
11	Mt Pine Ridge - Belize	1,24	99,0	4,13	98,0
12	Siguatepeque - Hond.	0,58	92,0	2,52	90,0
13	Rafael - Nic.	0,82	95,0	3,60	95,0
	Média	0,75	97,0	2,90	96,5
	F para procedências	16,11**	1,02 ns	10,40**	1,00ns
	C.V. (%)	12,4	60,3	11,5	58,5

** = significância ao nível de 1%;

\bar{H} (m) = altura total em metros;

sobr.(%) = sobrevivência em porcentagem;

C.V. (%) = coeficiente de variação da análise de variância, em porcentagem;

n.s. = não significativo.

genética entre procedências para essa característica.

A amplitude observada entre as procedências para altura de plantas mostra a magnitude da variação observada. No primeiro ano, a procedência de melhor crescimento de plantas (nº 11 - MT Pine Ridge - Belize) superou a de pior crescimento (nº 9 - Huehuetenango - Guatemala) em 143,1%. No segundo ano, a diferença entre essas duas procedências foi de 96,7%.

Os coeficientes de variação para o ensaio foram equivalentes nas duas idades analisadas, com valores de 12,37% e 11,52%, respectivamente para o primeiro e segundo ano. Esses valores revelam-se baixos para ensaios florestais, o que indica uma boa precisão para o experimento em discussão, possibilitando a detecção de variações entre procedências.

A comparação entre médias pelo Teste Tukey, para altura de plantas, revelou diferenças significativas entre procedências para as duas idades em estudo.

No primeiro ano de crescimento a procedência nº 11 (MT Pine Ridge - Belize) diferiu ao nível de 1% de significância de todas as outras procedências. A procedência nº 6 (Camélias - Nicaragua) diferiu ao nível de 1% de significância das quatro procedências com pior crescimento e ao nível de 5% da procedência nº 5 (San Marcus - Honduras). A procedência nº 10 (Lima - Guatemala), por sua vez, diferiu ao nível de 1% de significância da procedência de pior crescimento (nº 9 - Huehuetenango - Guatemala) e ao nível de 5% da segunda procedência de pior crescimento (nº 12 - Siguatepeque - Honduras). As procedências nº 13 (Rafael - Nicaragua) e nº 3 (Pueblocaido - Guatemala) diferiram ao nível de 1% de significância da procedência de pior crescimento, citada anteriormente.

No segundo ano de crescimento, a comparação entre médias pelo Teste de Tukey, não mostrou alterações expressivas em relação aos resultados obtidos com um ano de idade. Houve, porém, uma diminuição nas diferenças entre médias. A procedência nº 11 (MT Pine Ridge), que manteve a sua superioridade, diferiu ao nível de 1% de significância das procedências 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 9 e ao nível de 5% das procedências números 10 e 12. A procedência nº 6 (Camélias - Nicaragua), a segunda de melhor cres

cimento, diferiu ao nível de 1% de significância das duas procedências de piores crescimentos (nº 8 - San Jose - Guatemala e nº 9 Huehuetenango - Guatemala) e ao nível de 5% das procedências nºs. 2 e 12. A procedência nº 13 (Rafael - Nicaragua), a terceira de melhor crescimento, diferiu ao nível de 1% de significância das procedências nº 9 e ao nível de 5% das procedências nºs. 8 e 12. Finalmente, a quarta procedência de melhor crescimento, a nº 10 (Lima - Guatemala) diferiu do nível de 1% de significância da procedência nº 9.

5.2. Resultados aos 4 anos

Aos 4 anos após a instalação do ensaio, as procedências mostraram a performance apresentada na Tabela 3.

5.2.1. Crescimento em altura

No quarto ano de crescimento, a Análise de Variância aplicada aos dados de altura total de plantas revelou valores de F significativos ao nível de 1%, confirmando os resultados obtidos aos 1 e 2 anos de idade. A alta variação genética entre procedências é novamente afirmada a essa idade.

Os componentes de variância obtidos através das Esperanças dos Quadrados Médios, mostram um alto percentual da variação total atribuído à variação genética entre procedências (62%) em relação à variação ambiental (38%).

Embora a ordem de classificação das principais procedências não tenha sofrido alterações, houve uma diminuição na amplitude de variação entre os tratamentos, o que pode ser visualizado pelos valores de F das Análises de Variâncias para as diferentes idades. Tais valores ao primeiro, segundo e quarto ano de idade foram: 16,11; 10,40 e 7,55, respectivamente. A procedência de melhor crescimento (nº 11 - MT Pine Ridge - Belize), até o momento, foi superior àquela imediatamente a seguir em 0,32 m no primeiro ano, 0,53 m no segundo ano e 0,20 m no quarto ano. Ainda essa

Tabela 3. Resultados obtidos aos 4 anos de idade. Média de altura total, DAP, sobrevivência, volume cilíndrico, retidão do tronco, ângulo de ramos, espessura de ramos e comprimento de internódios, das procedências. Resultados da Análise de Variância e Componentes de Variância para as diferenças características.

Treat ^o	Origem da Semente	H(m)	DAP(cm)	Sobr.(%)	V.C. (m ³ /ha)	F.T.	A.R.(^o)	E.R.(cm)	C.I.(m)
1	Angeles - Honduras	7,03	10,43	95,0	67,69	2,05	70,56	1,954	0,44
2	Lagunilla - Guatemala	7,15	11,06	97,0	78,34	2,59	73,57	1,843	0,44
3	Pueblocaido - Guatemala	7,35	11,83	98,0	94,75	1,27	75,18	1,945	0,41
4	Bucaral - Guatemala	7,09	11,58	98,0	85,15	1,52	78,08	1,816	0,40
5	San Marcus - Honduras	6,87	10,41	97,0	68,86	2,50	70,65	1,851	0,41
6	Camélias - Nicarágua	8,27	12,18	93,0	102,69	2,33	68,26	2,157	0,48
7	Zapotillo - Honduras	7,39	11,09	96,0	81,79	2,43	74,92	1,778	0,39
8	San Jose - Guatemala	6,38	10,06	95,0	58,02	1,79	76,10	1,974	0,38
9	Huehuetenango-Guatemala	5,97	10,13	97,0	56,41	1,15	80,75	1,955	0,34
10	Lima - Guatemala	7,87	11,95	98,0	101,31	1,74	72,43	1,924	0,44
11	MT Pine Ridge - Belize	8,47	13,06	98,0	126,70	1,91	69,92	2,196	0,56
12	Siguatepeque - Honduras	6,98	10,27	89,0	60,45	1,94	72,02	1,889	0,44
13	Rafael - Nicarágua	8,17	12,21	95,0	104,97	3,24	69,64	2,056	0,49
média		7,30	11,25	95,8	86,63	2,04	73,24	1,95	0,43

F para procedência	7,55**	3,96**	0,95 ns	6,16**15,40**	9,57**	3,07**	18,27**
C.V. (%)	7,31	8,59	58,18	20,73	12,57	2,79	6,35

Variância genética
entre procedências (%) 62
Variância ambiental (%) 38

** = significância ao nível de 1%;
H(m) = altura total média em metros;
DAP(cm) = DAP médio em centímetros;
Sobr.(%) = sobrevivência média em porcentagem;
V.C.(m³/ha) = volume cilíndrico média em metros cúbicos por hectare;

ns = não significativo;
F.T. = forma do tronco médio (Nota subjetiva de 1 a 5);

A.R. = ângulo de ramos médio em graus;
E.R. = espessura de ramos médios em centímetros;

C.I. = comprimento de internódios médio em metros.

procedência foi superior a de pior crescimento em 41,88%, valores bem aquém dos obtidos aos 1 e 2 anos de idade, equivalentes a 143,1% e 96,7%, respectivamente. Isso vem contribuir para com a idéia de que cuidados devem ser tomados nas extrapolações dos resultados para idades adultas, principalmente dentre as procedências de melhor comportamento.

A comparação entre médias pelo teste Tukey, para altura de plantas, revelou novamente diferenças altamente significativas entre procedências para a idade de 4 anos. A procedência n° 11 (MT Pine Ridge-Belize), de melhor crescimento, diferiu ao nível de 1% de significância das três procedências de pior crescimento, ou seja, da n° 9 (Huehuetenango-Guatemala), da n° 8 (San Jose-Guatemala) e da n° 5 (San Marcus-Honduras); ao nível de 5% de significância diferiu das procedências n° 12 (Signatepeque-Honduras), n° 1 (Angeles-Honduras) e n° 4 (Bucara-Guatemala). A procedência n° 6 (Camélias-Nicaragua), a segunda de melhor crescimento, diferiu de 5% de significância da procedência n° 5. A procedência n° 13 (Rafael-Nicaragua), terceira de melhor crescimento, diferiu ao nível de 1% de significância das procedências n°s. 9 e 8. A procedência n° 10 (Lima-Guatemala), quarta de melhor crescimento, diferiu ao nível de 1% de significância da procedência n° 9 e ao nível de 5% da procedência n° 8. Finalmente, a procedência n° 7 (Zapotillo-Honduras), quinta de melhor crescimento, diferiu ao nível de 5% de significância da procedência n° 9. A Tabela 4 mostra o resumo dessas considerações.

Tabela 4. Resumo das diferenças significativas entre médias de procedências pelo Teste Tukey para altura de plantas.

Trat°	Origem da Semente	Teste Tukey 1% tratamentos **	Teste Tukey 5% tratamentos *
11	MT Pine Ridge-Belize	9, 8, 5	12, 1, 4
6	Camélias-Nicaragua	9, 8	5
13	Rafael-Nicaragua	9, 8	- - -
10	Lima-Guatemala	9	8
7	Zapotillo-Honduras	- -	9

* Tratamentos que diferem ao nível de 5%, pelo teste Tukey, dos tratamentos relacionados na primeira coluna.

** Tratamentos que diferem ao nível de 5% e 1%, pelo teste Tukey, dos tratamentos relacionados na primeira coluna.

5.2.2. Crescimento em DAP

Os dados de crescimento em DAP aos 4 anos de idade mostram resultados semelhantes aos obtidos para altura de plantas. A Análise de Variância para os dados dessa característica revelam valores para o F significativos ao nível de 1%, mostrando haver variação genética ao nível de procedências.

Os componentes de variância para essa característica mostram maior porcentual para a variação ambiental (58%) comparativamente à variação genética entre procedências (42%).

A amplitude de variação entre procedência para crescimento em DAP foi inferior à obtida para altura de plantas. A procedência de melhor crescimento (nº 11 - MT Pine Ridge - Belize) superou a de pior comportamento (nº 8 - San Jose - Guatemala) em 29,85%.

O Teste Tukey para comparação entre médias mostra diferenças significativas entre procedências. A procedência nº 11 (MT Pine Ridge - Belize) diferiu ao nível de 1% de significância das duas procedências de pior crescimento (nº 8 - San Jose - Guatemala e nº 9 - Huehuetenango - Guatemala) e ao nível de 5% de significância das procedências nº 5 (San Marcus - Honduras) e nº 1 (Angeles - Honduras). As outras procedências não diferiram significativamente entre si.

5.2.3. Sobrevivência

Os dados de média de sobrevivência do ensaio aos 4 anos de idade foram similares aos obtidos para o primeiro e segundo ano.

A Análise de Variância, também para essa idade, não revelou significância para o valor do F obtido para tratamentos, não mostrando a existência de variações genéticas entre procedências para sobrevivência.

Os componentes de variância para essa característica mostram que a total variação observada está associada ao ambiente ou ao erro experimental como pode ser visto pela Tabela 3 apresentada.

Em virtude da alta sobrevivência observada, generalizadamente, para todas as procedências e da não detecção de variações genéticas entre procedências, considera-se essa característica como não relevante para as condições do ensaio, nessa fase de experimentação.

5.2.4. Crescimento em volume cilíndrico

Para crescimento em volume cilíndrico, aos 4 anos de idade, a Análise de Variância dos dados revela, igualmente para altura de planta e DAP, valores para o F significativos ao nível de 1%, mostrando novamente a existência de variações genéticas ao nível de procedências.

Os componentes de variância para a característica em destaque mostram um maior potencial para a variação genética entre procedências (56%), relativamente à variação ambiental (44%).

A amplitude de variação entre procedências para crescimento em volume cilíndrico é bastante ampliada em relação às duas características da qual proveio (altura de planta e DAP). A superioridade da procedência de melhor comportamento (nº 11 - MT Pine Ridge-Belize) relativamente à de pior volume cilíndrico (nº 9 - Huehuetenango-Guatemala) é da ordem de 124,58%. o que mostra a magnitude das diferenças entre procedências.

O Teste Tukey revela que a procedência nº 11 (MT Pine Ridge-Belize), mantendo a superioridade para todas as características de crescimento, difere ao nível de 1% de significância das cinco procedências de pior comportamento (nº 9, 8, 12, 1 e 5) e ao nível de 5% de significância das procedências nºs. 2 e 7. A segunda melhor procedência em crescimento em volume cilíndrico (nº 13 - Rafael-Nicaragua) difere ao nível de 5% de significância das três procedências de pior comportamento (nº 9, 8 e 12). A procedência nº 6 (Camélias-Nicaragua), terceira colocada para essa característica, difere ao nível de 5% de significância das procedências nºs 9 e 8. Finalmente, a procedência nº 10 (Lima-Guatemala), quarta em crescimento em volume cilíndrico, difere ao nível de 5% de significância da procedência de pior comportamento (nº 9).

5.2.5. Forma do tronco

A forma do tronco das árvores, parâmetro avaliado subjetivamente, apresentou na Análise de Variância um valor para o F significativo ao nível de 1%, revelando para essa importante característica uma alta variabilidade genética ao nível de procedências.

Ainda, pela Análise de Variância, obteve-se um coeficiente de variação para a característica em questão de 12,57%, valor que mostra uma boa precisão para o experimento e para o critério de avaliação adotado.

Os componentes de variância, para essa importante característica, mostram uma alta participação da variação genética entre procedências (83%) comparativamente à variação ambiental (17%).

A procedência de melhor comportamento quanto à forma do tronco (nº 13 - Rafael-Nicaragua) mostrou-se 25,10% superior à imediatamente a seguir (nº 2 - Lagunilla-Guatemala) e 182,86% superior à procedência de pior forma (nº 9 - Huehuetenango-Guatemala), o que permite visualizar a magnitude da variação entre procedências para essa característica.

Cabe a observação de que a procedência nº 13, com excepcional forma do tronco, encontra-se entre as melhores também para as características de crescimento. Por outro lado, a procedência nº 9, com a pior performance em forma do tronco, também se apresenta entre as de menor crescimento.

A ordem de superioridade das procedências para a característica forma do tronco sugere que, no ensaio, esta característica não esteja associada às características de crescimento, fato esse que será melhor estudado num dos itens posteriores.

A comparação entre médias pelo Teste Tukey para forma do tronco mostra diferenças significativas para inúmeras procedências, o que poderá ser visualizado pela Tabela 5.

Tabela 5. Resumo das diferenças significativas entre médias de procedências pelo Teste Tukey, para forma do tronco.

Trat ^o	Origem da Semente	T. Tukey 1% Tratamentos *	T. Tukey 5% Tratamentos **
13	Rafael-Nicaragua	5, 3, 4, 10, 8, 11, 12, 1	6, 7
2	Lagunilla-Guatemala	9, 3, 4	10, 8
5	San Marcus-Honduras	9, 3, 4	-
7	Zapotillo-Honduras	9, 3	4
6	Camélias-Nicaragua	9, 3	4
1	Angeles-Honduras	-	9, 3
12	Siguatopeque-Honduras	-	9
11	MT Pine Ridge-Belize	-	9

* Tratamentos que diferem ao nível de 5%, pelo teste Tukey, dos tratamentos relacionados na primeira coluna.

** Tratamentos que diferem ao nível de 5% e 1%, pelo teste Tukey, dos tratamentos relacionados na primeira coluna.

5.2.6. Ângulo de Ramos

A Análise de Variância aplicada aos dados de ângulo de ramos revelou um valor para o F significativo ao nível de 1% mostrando a existência de variações genéticas entre procedências, também para essa característica.

Os resultados obtidos para os componentes de variância para essa característica mostram um alto percentual para a variação genética entre procedências (74%) em relação à variação ambiental (26%).

Um aspecto bastante interessante a ser considerado foi o coeficiente de variação da ordem de 2,79%, extremamente baixo, obtido na Análise de Variância, possibilitando a detecção de pequenas variações observadas entre procedências. A diferença entre o melhor tratamento (procedência n^o 9 - Huehuetenango-Guatemala) e o de pior comportamento (procedência n^o 6 - Camélias-Nicaragua) não foi superior a 18,29%.

O Teste Tukey para comparação de médias de procedências para ângulo de ramos revelou a existência de diferenças significativas. A procedência nº 9 (Huehuetenango-Guatemala), de maior abertura para os ângulos dos ramos, difere ao nível de 1% de significância das procedências nºs. 6, 13, 11, 1, 5, 12 e 10 e ao nível de 5% de significância da procedência nº 2. A procedência nº 4 (Bucaral - Guatemala), segunda de maior ângulo de ramos, diferiu ao nível de 1% de significância das procedências nºs. 6, 13, 11, 1 e 5. A procedência nº 8 (San Jose - Guatemala), terceira colocada para essa característica, diferiu ao nível de 1% de significância da procedência nº 6 e a 5% de significância das procedências nºs. 13 e 11. As procedências nºs. 3 (Pueblocaido - Guatemala) e 7 (Zapotillo - Honduras), por sua vez, diferiram ao nível de 1% de significância da procedência nº 6.

A característica ângulo de ramos, de importância na qualidade da madeira, representa uma certa polêmica entre os melhoristas florestais. Assim, alguns autores reconhecem melhor qualidade para árvores com ramos formando ângulos mais agudos com o eixo do tronco principal, tal como *SPRACKLING e READ (1975)*. Outros autores, tal como *NIKLES (1973)*, dão maior valor às árvores com ângulos de maior abertura para os ramos.

A utilização principal que se propõe a madeira dessas espécies, ou seja, a indústria de serraria, levou o autor a dar maior valor às árvores com ramos formando ângulos mais abertos com o eixo principal do tronco.

5.2.7. Espessura de ramos

A exemplo de ângulos de ramos, também para espessura de ramos anotou-se uma variação relativamente pequena ao nível de procedências. A diferença observada entre o melhor tratamento (procedência nº 11 - MT Pine Ridge) e o pior tratamento (procedência nº 7 - Zapotillo - Honduras), foi de 23,49%.

A Análise de Variância aplicada aos dados de espessura de ramos mostrou significância ao nível de 1% para o valor de F. O coeficiente de variação encontrado, também para essa característica, foi bastante

baixo (6,35%).

Os componentes de variância para espessura de ramos mostram que as variações atribuídas à variação ambiental (59%) são ligeiramente superiores às observadas para a variação genética entre procedências (41%).

A comparação entre médias pelo Teste Tukey para essa característica só mostrou diferenças significativas ao nível de 5% entre as procedências n° 7 (Zapotillo-Honduras) com as de n°s 11 e 6, e a procedência n° 4 (Bucaral-Guatemala) com a de n° 11.

Por outro lado, considerando a existência de uma correlação entre espessura de ramos e DAP, a comparação entre procedência poderia envolver o parâmetro espessura de ramos por unidade de DAP, conforme também preconiza *FUNK (1971)*. A tabela a seguir possibilita a visualização dessas transformações.

Tabela 6. Dados de espessura de ramos, espessura de ramos por unidade de DAP e posições relativas das diversas procedências.

Trat ^o	Origem da Semente	Espessura ramos		Espessura ramos/DAP	
		Média(cm)	p.r.	Média(cm/cm)	p.r.
1	Angeles-Honduras	1,954	8 ^o	0,187	11 ^o
2	Lagunilla-Guatemala	1,843	4 ^o	0,167	6 ^o
3	Pueblocaido-Guatemala	1,945	7 ^o	0,164	5 ^o
4	Bucaral-Guatemala	1,816	3 ^o	0,157	1 ^o
5	San Marcus-Honduras	1,815	2 ^o	0,178	9 ^o
6	Camélias-Nicaragua	2,157	12 ^o	0,177	8 ^o
7	Zapotillo-Honduras	1,778	1 ^o	0,160	2 ^o
8	San Jose-Guatemala	1,974	10 ^o	0,196	13 ^o
9	Huehuetenango-Guatemala	1,955	9 ^o	0,193	12 ^o
10	Lima-Guatemala	1,924	6 ^o	0,161	3 ^o
11	MT Pine Ridge-Belize	2,196	13 ^o	0,168	7 ^o
12	Siguatpeque-Honduras	1,889	5 ^o	0,184	10 ^o
13	Rafael-Nicaragua	2,056	11 ^o	0,162	4 ^o
média		1,950		0,173	

p.r. = posição relativa das procedências.

Pela Tabela 6, pode-se observar que mudanças visíveis ocorrem com a transformação efetuada. As procedências n° 6, n° 11 e n° 13, de maior espessura de ramos, em função de seu alto índice de crescimento apresentam um comportamento regular quando consideramos o parâmetro espessura de ramos por unidade de DAP.

Por outro lado, procedendo-se de maneira semelhante para com as procedências de pior crescimento (números 8 e 9), pode-se observar que, de uma posição regular para espessura de ramos, estas passam para uma condição inferior quando analisamos espessura de ramos por unidade de DAP.

No entanto, considerando-se que a espessura dos ramos é proporcional à dimensão dos nós formados pelos ramos no tronco, preferiu-se trabalhar com os dados de espessura dos ramos ao invés desse parâmetro por unidade de DAP, como discutido anteriormente.

5.2.8. Comprimento de internódio

Altas variações foram observadas entre procedências com relação ao comprimento de internódios. O comprimento médio do internódio do melhor tratamento (procedência n° 11) foi 64,08% superior ao comprimento médio do internódio do pior tratamento (procedência n° 9).

A Análise de Variância, para a característica em discussão, revelou um valor de F significativo ao nível de 1%, confirmando a existência de variações genéticas ao nível de procedências.

Os resultados obtidos para os componentes de variância para comprimento de internódio revelam um alto percentual para a participação da variação genética entre procedências (85%) comparativamente à variação ambiental observada (15%).

A comparação de médias pelo Teste Tukey revela diferenças significativas. A procedência n° 11 (MT Pine Ridge) difere ao nível de 1% de significância de todas as outras procedências excluindo-se as de n°s. 13 e 6 das quais difere ao nível de 5% de significância. A procedência n° 13 (Rafael-Nicaragua) difere ao nível de 1% de significância das proce-

dências n^os. 9, 8, 7, 4 e 3 e ao nível de 5% de significância da procedência n^o 5. A procedência n^o 6 (Camélias-Nicaragua) difere ao nível de 1% de significância das procedências n^os. 9, 8 e 7 e ao nível de 5% de significância das procedências n^os. 4,3 e 5. As procedências n^o 12 (Siguatepeque-Honduras), n^o 1 (Angeles-Honduras), n^o2 (Lagunilla-Guatemala) e n^o10 (Lima-Guatemala) diferem ao nível de 5% de significância da procedência n^o 9.

A associação entre os dados de crescimento e de comprimento de internódios sugerem a existência de uma correlação positiva entre as mesmas, fato esse que será melhor estudado no item a seguir.

5.3. Correlação entre as características aos 4 anos

A quantificação da associação entre as características das plantas ao nível de médias de procedências, pelo "Coeficiente de Correlação de Spearman", é apresentada na tabela a seguir.

Tabela 7. "Coeficiente de correlação de Spearman" entre as características das plantas, ao nível de médias de procedências, aos 4 anos de idade.

Características	H	DAP	V.C.	C.I.	F.T.	E.R.	A.R.
Altura total	-	0,96**	0,95**	0,75**	0,29	-0,31	-0,61**
DAP	0,96**	-	0,99**	0,73**	0,18	-0,32	-0,55*
Vol. cilíndrico	0,95**	0,99**	-	0,72**	0,48	-0,31	-0,56*
Comp. internós	0,75**	0,73**	0,72**	-	0,48	-0,44	-0,85**
Forma tronco	0,29	0,18	0,21	0,48	-	0,08	-0,64**
Espessura ramos	-0,31	-0,32	-0,31	-0,44	0,08	-	-0,48
Angulo ramos	-0,61**	-0,55*	-0,56*	-0,85**	-0,64**	0,48	-

* - significância ao nível de 5% pelo teste t.

** - significância ao nível de 1% pelo teste t.

H = altura total;

DAP = diâmetro à altura do peito;

V.C. = volume cilíndrico;

F.T. = forma do tronco;

A.R. = ângulo de ramos;

E.R. = espessura de ramos;

C.I. = comprimento de internódios.

Os resultados obtidos demonstram correlações positivas e significativas ao nível de 1% para altura de plantas e as características DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios, ao nível de procedências. As associações encontradas revelam uma similaridade para os resultados obtidos quando se consideram essas três características. As procedências de melhores e piores performances no ensaio para altura de plantas, DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios são no geral coincidentes.

Uma correlação negativa e significativa ao nível de 1% é observada entre as características altura de plantas e ângulo de ramos. Esse resultado revela que as procedências de melhores crescimentos tem no geral menor abertura para os ângulos de ramos e vice-versa.

Correlações não significativas foram obtidas para altura de plantas e as características forma de tronco e espessura de ramos, sugerindo que crescimentos superiores nas procedências podem estar associadas tanto a performances inferiores como superiores para as outras duas características.

As correlações entre altura total de plantas e as outras características de crescimento (DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios) refletem nas correlações entre essas últimas características e forma do tronco, espessura de ramos e ângulo de ramos, como pode ser observado pela Tabela 7.

A forma do tronco das árvores mostrou uma correlação negativa e significativa com a característica ângulo de ramos e não significativa com a característica espessura de ramos. Esta última não revelou correlações significativas com nenhuma das outras características estudadas. A característica ângulo de ramos, por sua vez, revelou correlações negativas e significativas com todas as características associadas ao crescimento (altura total, DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios).

5.4. Análise conjunta das características

A análise das procedências, considerando as diferentes ca-

racterísticas conjuntamente, é discutida a seguir.

As características estudadas no ensaio e que apresentaram maiores variações genéticas ao nível de procedências foram: altura total de plantas, forma do tronco, ângulo de ramos e comprimento de internódios, como pode ser observado pela participação da variância genética entre procedências na variância total. As características crescimento em DAP, crescimento em volume cilíndrico e espessura de ramos mostraram menor participação da variância genética entre procedências relativamente às características acima citadas. Esses resultados sugerem que maiores possibilidades de sucesso devam ser esperadas para a seleção dentro do ensaio, para as primeiras características citadas.

Por outro lado, considerando-se os resultados obtidos para as correlações entre características, observa-se a existência de uma similaridade para os resultados obtidos entre procedências para as características de crescimento (altura de planta, DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios). Isso sugere que, para fins da seleção na escolha das melhores procedências, poderia ser considerada somente uma dessas características, com resultados semelhantes.

Outro fator de importância no aspecto de seleção entre procedências seria a consideração do valor econômico das características dentro do programa de melhoramento. De um modo geral, tem-se atribuído, em nosso meio, maiores pesos às características de crescimento e de forma do tronco que estão mais diretamente relacionados com o volume e a qualidade da madeira produzida. Isso tem sido confirmado pela maior concentração de esforços que tem sido dispendidos no estudo dessas características nos diversos programas de melhoramento que vem sendo conduzidos em todo o mundo.

Em face do discutido, uma tentativa de análise e seleção de procedências dentro do ensaio poderia ser efetuada, considerando-se os aspectos de variação genética observada, correlação entre características e valores econômicos das mesmas. O índice de seleção empírico utilizado por *MATZIRIS e ZOBEL (1975)*, atribuindo-se coeficientes às diferentes características, em função dos fatores citados, poderia ser aplicado para o caso em questão.

Dentro do esquema citado, poder-se-iam atribuir pesos ou coeficientes às características, considerando-se os valores realçados para aquelas associadas ao crescimento (altura total, DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios) e forma do tronco, aliadas às correlações observadas, principalmente entre as primeiras características. O autor, fazendo um balanço global dessas justificativas, atribuiu coeficientes de: 0,4 para as características de crescimento, ou seja, 0,1 para cada uma das características: altura total, DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios; 0,4 para forma do tronco; e 0,2 para as características de ramificação, ou seja, 0,1 para cada uma das características ângulo de ramos e espessura de ramos.

A Tabela 8 permite visualizar o comportamento global das procedências, para todas as características simultaneamente, considerando os coeficientes já estipulados através do método de "índice de seleção empírico". Para facilitar essa análise, os resultados obtidos para as diferentes características foram agrupadas em três níveis qualitativos, ou seja, bom, regular e ruim, em função do valor de cada procedência relativo à média geral e de amplitude observada entre procedências.

O comportamento das procedências com índice total acima da média geral pode ser assim resumido:

a. A procedência n° 13 (Rafael-Nicaragua), 1a. na classificação geral, com um "índice total" de 128,7, mostrou um bom comportamento para forma do tronco e para as características de crescimento e regular para ramificação.

b. A procedência n° 2 (Lagunilla-Guatemala), segunda na classificação geral, com um "índice total" de 110,6, mostrou um bom comportamento para forma do tronco e regular para as características de crescimento e ramificação.

c. A procedência n° 6 (Camélias-Nicaragua), terceira na classificação geral, com um "índice total" de 109,5, apresentou um bom comportamento para as características de crescimento e forma do tronco e ruim para ramificação.

Tabela 8. Avaliação das procedências através do "Índice de Seleção Empírico", atribuindo-se diferentes pesos às características de crescimento, forma do tronco e ramificação.

Tratº	Origem da Semente	H (%)		DAP (%)		V.C. (%)		C.I. (%)		F.T. (%)		A.R. (%)		E.R. (%)		Índice Total
		x	0,1	x	0,1	x	0,1	x	0,1	x	0,4	x	0,1	x	0,1	
1	Angeles - Honduras	96x0,1	93x0,1	81x0,1	102x0,1	100x0,4	96x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	96,8	
2	Lagunilla - Guatemala	98x0,1	98x0,1	94x0,1	102x0,1	127x0,4	100x0,1	102x0,1	106x0,1	106x0,1	106x0,1	106x0,1	106x0,1	106x0,1	110,6	
3	Pueblocaido-Guatemala	101x0,1	105x0,1	113x0,1	95x0,1	62x0,4	103x0,1	95x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	86,5	
4	Bucaral - Guatemala	97x0,1	103x0,1	102x0,1	93x0,1	75x0,4	107x0,1	93x0,1	107x0,1	107x0,1	107x0,1	107x0,1	107x0,1	107x0,1	90,9	
5	San Marcus-Honduras	94x0,1	93x0,1	82x0,1	95x0,1	123x0,4	96x0,1	95x0,1	105x0,1	105x0,1	105x0,1	105x0,1	105x0,1	105x0,1	105,7	
6	Camélias - Nicaragua	113x0,1	108x0,1	123x0,1	112x0,1	114x0,4	93x0,1	112x0,1	90x0,1	90x0,1	90x0,1	90x0,1	90x0,1	90x0,1	109,5	
7	Zapotillo - Honduras	101x0,1	99x0,1	98x0,1	91x0,1	119x0,4	102x0,1	91x0,1	110x0,1	110x0,1	110x0,1	110x0,1	110x0,1	110x0,1	107,7	
8	San Jose - Guatemala	87x0,1	89x0,1	69x0,1	88x0,1	88x0,4	104x0,1	88x0,1	99x0,1	99x0,1	99x0,1	99x0,1	99x0,1	99x0,1	88,8	
9	Huehuetenango-Guatemala	82x0,1	90x0,1	67x0,1	79x0,1	56x0,4	110x0,1	79x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	75,2	
10	Lima - Guatemala	108x0,1	106x0,1	121x0,1	102x0,1	85x0,4	99x0,1	102x0,1	101x0,1	101x0,1	101x0,1	101x0,1	101x0,1	101x0,1	97,7	
11	MT Pine Ridge-Belize	116x0,1	116x0,1	151x0,1	130x0,1	94x0,4	95x0,1	130x0,1	89x0,1	89x0,1	89x0,1	89x0,1	89x0,1	89x0,1	107,3	
12	Siguatepeque-Honduras	96x0,1	91x0,1	72x0,1	102x0,1	95x0,4	98x0,1	102x0,1	103x0,1	103x0,1	103x0,1	103x0,1	103x0,1	103x0,1	94,2	
13	Rafael - Nicaragua	112x0,1	109x0,1	126x0,1	114x0,1	159x0,4	95x0,1	114x0,1	95x0,1	95x0,1	95x0,1	95x0,1	95x0,1	95x0,1	128,7	
Média		100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,4	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100x0,1	100,0	

H(%) x 0,1 = altura total em % da média x coeficiente 0,1;

DAP(%) x 0,1 = DAP em % da média x coeficiente 0,1;

V.C.(%) x 0,1 = volume cilíndrico em % da média x coeficiente 0,1;

C.I.(%) x 0,1 = comprimento de internódio em % da média x coeficiente 0,1;

F.T.(%) x 0,4 = forma do tronco em % da média x coeficiente 0,4;

A.R.(%) x 0,1 = ângulo de ramos em % da média x coeficiente 0,1;

E.R.(%) x 0,1 = espessura de ramos em % da média x coeficiente 0,1;

Índice total = somatória dos índices individuais.

d. A procedência nº 7 (Zapotillo-Honduras), quarta na classificação geral, com um "índice total" de 107,7, revelou um comportamento bom para forma do tronco e regular para as características de crescimento e ramificação.

e. A procedência nº 11 (MT Pine Ridge-Belize), quinta na classificação geral, com um "índice total" de 107,3, apresentou um bom comportamento para as características de crescimento, regular para forma do tronco e ruim para ramificação.

f. A procedência nº 5 (San Marcus-Honduras, sexta na classificação geral, com um "índice total" de 105,7 mostrou um bom comportamento para forma do tronco, regular a ruim para as características de crescimento e regular para ramificação.

Deve-se ressaltar que a procedência de melhor comportamento mostrou um "índice total" bem superior às cinco procedências seguintes que por sua vez tiveram "índices totais" mais ou menos semelhantes.

As outras procedências, com "índices totais" abaixo da média (menores que 100), no geral, não se sobressairam para nenhuma das características a não ser algumas que mostraram bons resultados somente para característica de ramificação. Tendo em vista a menor variação observada entre procedências, menor peso atribuído para as características de ramificação e mau comportamento para as demais características, essas procedências podem ser consideradas como não importantes para as condições do ensaio.

Por outro lado, considerando-se somente as características de altura total e forma do tronco e atribuindo-se coeficientes de 0,5 para cada uma delas, obter-se-ão resultados bastante semelhantes dos já obtidos anteriormente. Considerando-se ainda as características de altura total, forma do tronco, ângulo de ramos e espessura de ramos, com coeficientes de 0,4, 0,4, 0,1 e 0,1, respectivamente, obter-se-ão novamente resultados bastante semelhantes aos dois anteriores. Essas comparações poderão ser observadas na Tabela apresentada a seguir.

Tabela 9. Comparação entre os "índices totais" obtidos para as procedências, considerando-se três conjuntos de características e diferentes coeficientes aplicados.

Tratº	"índices totais"*		
	(I.T.) ₁	(I.T.) ₂	(I.T.) ₃
1	96,8	98,0	98,0
2	110,6	110,6	112,5
3	86,5	85,5	81,5
4	90,9	90,2	86,0
5	105,7	106,9	108,5
6	109,5	109,1	113,5
7	107,7	109,2	110,0
8	88,8	90,3	87,5
9	75,2	76,2	69,0
10	97,7	97,2	96,5
11	107,3	102,4	105,0
12	94,2	96,5	95,5
13	128,7	127,4	135,5
Média	100,0	100,0	100,0

*(I.T.)₁ = "índices totais" obtidos utilizando-se as características de altura total, DAP, volume cilíndrico, comprimento de internódios, forma do tronco, ângulo de ramos e espessura de ramos com os coeficientes de 0,1 para as quatro primeiras, 0,4 para a quinta e 0,1 para as duas últimas.

(I.T.)₂ = "índices totais" obtidos utilizando-se as características de altura total forma do tronco, ângulo de ramos e espessura de ramos com os coeficientes de 0,4, 0,4, 0,1 e 0,1 respectivamente.

(I.T.)₃ = "índices totais" obtidos utilizando-se as características de altura total e forma do tronco com os coeficientes de 0,5 e 0,5 respectivamente.

Como pode ser observado, desde que se conserve a orientação inicial de se dar maiores pesos às características de crescimento e forma do tronco, sempre se terá resultados semelhantes, quaisquer que sejam as variações efetuadas dentro desse esquema. Mudanças substanciais na classificação das procedências seriam obtidas somente com a atribuição de menores pesos às características de crescimento e forma do tronco.

A Análise de Variância aplicada aos dados de "índice totais", considerando-se as sete características simultaneamente e com a devida ponderação para as mesmas, revela os resultados apresentados na tabela a seguir.

Tabela 10. Resultados da Análise de Variância para os dados de "índices totais" envolvendo as sete características simultaneamente, aos quatro anos de idade.

Tratº	Procedência	Índice total médio (%) ¹
1	Angeles - Honduras	96,94
2	Lagunilla - Guatemala	110,09
3	Pueblocaido - Guatemala	86,92
4	Bucaral - Guatemala	90,71
5	San Marcus - Honduras	106,17
6	Camélias - Nicaragua	110,38
7	Zapotillo - Honduras	107,90
8	San Jose - Guatemala	88,75
9	Huehuetenango - Guatemala	76,18
10	Lima - Guatemala	97,12
11	MT Pine Ridge - Belize	107,80
12	Siguatopeque - Honduras	96,63
13	Rafael - Nicaragua	127,23
Média		100,21
F para procedência		9,91 **
C.V. (%)		7,25
Variância genética entre procedências (%)		75
Variância ambiental (%)		25

¹ Os dados diferem dos apresentados na Tabela 8 devido ao cálculo feito a partir de dados das parcelas e não de médias de tratamentos, como anteriormente.

** significância ao nível de 1%.

Os componentes da variância, obtidos através das Esperanças dos Quadrados Médios, mostram um alto percentual da variação total atribuída à variação genética entre procedências (75%) em relação à variação ambiental (25%). Esses resultados mostram um forte controle genético para o parâmetro nas condições experimentais, revelando a possibilidade de comparação e discriminação segura das procedências através do "índice total".

A Análise de Variância para os dados de "índices totais" foi realizada com ressalvas já que devido às transformações dos dados para porcentagens em relação à média geral, não se poderia garantir a normalidade para os mesmos, que é premissa básica para tal análise. No entanto, para que se pudesse ter idéia da sensibilidade de tal índice, utilizou-se desse recurso. O alto valor obtido para o valor de "F" e que seria normalmente significativo ao nível de 1%, tem que ser considerado com certa reserva já que não se conhecem os verdadeiros limites de significância para o F em tal caso.

A utilização de índices, considerando a média estandarizada de cada caráter, foi utilizada por *VENCOVSKY e BARRIGA (1975)*, visando se contornar o problema de diferentes unidades para as características. Essa metodologia poderia ser aplicada para a comparação entre procedências ao invés do "índice total" aplicado.

5.5. Evolução no crescimento das plantas das procedências

Os resultados obtidos no ensaio para o crescimento em altura de plantas nas idades de 1, 2 e 4 anos, como já discutido anteriormente, mostraram uma certa similaridade. A quantificação da associação entre os resultados obtidos nas três idades é a seguir apresentado através dos "coeficientes de correlação de Spearman".

Tabela 11. "Coeficiente de correlação de Spearman" entre as idades de 1, 2 e 4 anos, para altura de plantas, ao nível de médias de procedências.

Idades (anos)	1	2	4
1	-	0,96**	0,89**
2	-	-	0,91**

** significância ao nível de 1%.

Com a evolução do ensaio até os 4 anos de idade, os resultados mostram pouca interação de procedências por idade para altura de plantas, revelando um padrão mais ou menos uniforme para o ritmo de crescimento das plantas das diferentes procedências. Por outro lado, as correlações obtidas entre as diferentes idades demonstram uma tendência para menores associações entre idades mais afastadas, ou seja, as correlações obtidas entre as idades de 1 e 4 anos são menores que as obtidas entre 2 e 4 anos, e que por sua vez são menores que as encontradas entre 1 e 2 anos de idade.

Os resultados obtidos sugerem que alterações podem ocorrer com a evolução do ensaio, mostrando a necessidade de estudos posteriores, a idades mais avançadas, para que resultados conclusivos possam ser obtidos acerca das procedências.

5.6. Associações entre as características das plantas no ensaio e os locais de origem das sementes

A seguir são apresentadas e discutidas as associações entre as características de crescimento em altura e forma do tronco das procedências e as características geográficas e climáticas dos locais de origem das sementes.

Os padrões de variações no ensaio associados às características dos locais de origem das sementes representam informações importan-

tes tanto na definição das melhores fontes de sementes como para explicar a influência dos fatores ambientais na evolução da espécie.

Variações contínuas para uma característica no ensaio em função de variações nas condições ecológicas da origem das sementes poderiam sugerir a existência de "clines", mostrando a importância do fator ecológico considerado na evolução para a característica considerada.

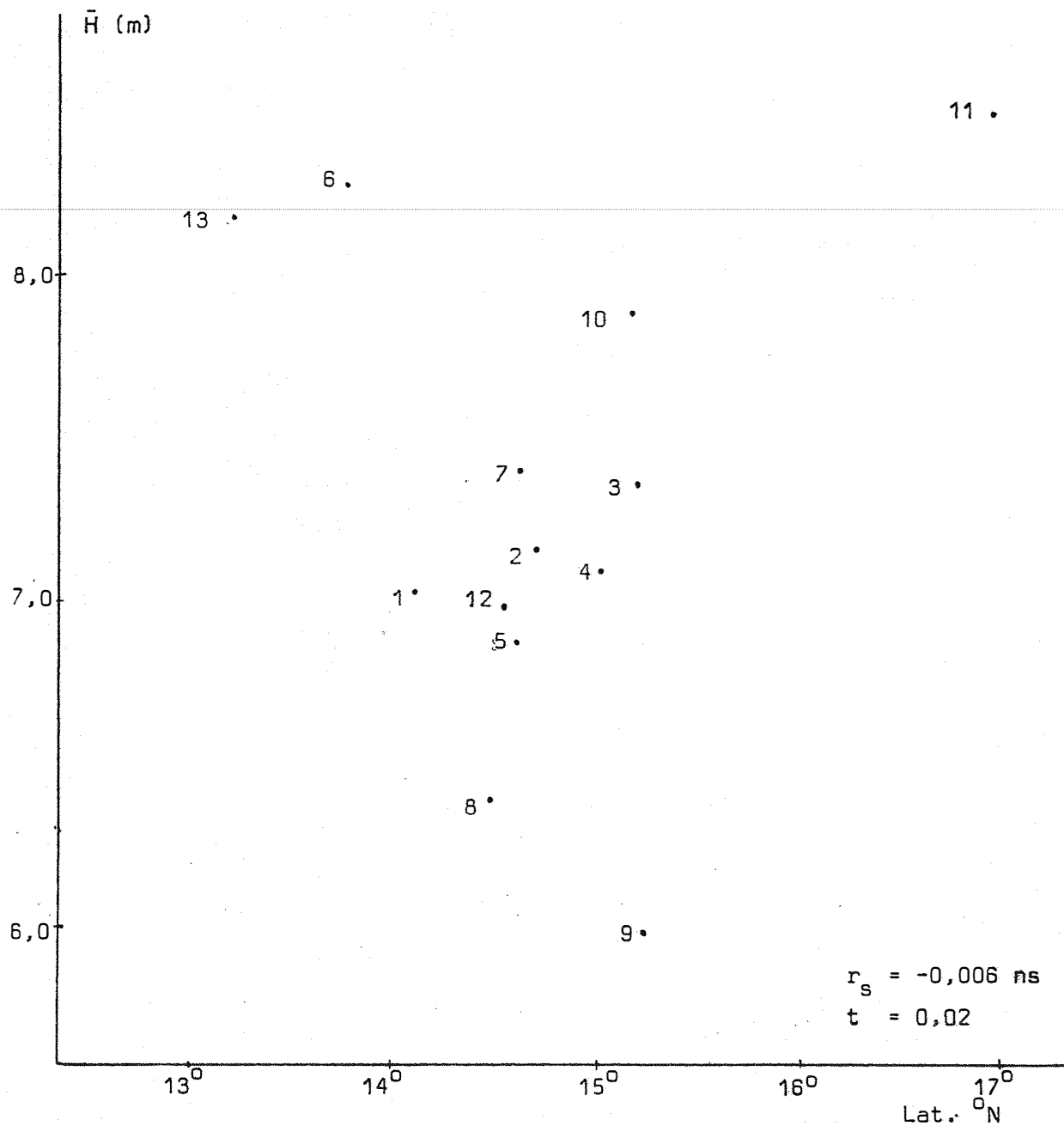
Variações que não sigam um padrão determinado poderiam sugerir a ocorrência de ecotipos ou não associação da variação da característica com as variações das condições ecológicas da região de origem das sementes.

5.6.1. Associação entre altura de plantas no ensaio e características dos locais de origem das sementes.

As associações entre as variações observadas nas procedências para altura de plantas e as variações de latitude, longitude, altitude, precipitação pluviométrica média anual e estação seca (período e intensidade) dos locais de origem das sementes são representadas nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Pela Figura 1, observa-se que não existe uma tendência nítida para a associação entre a altura de plantas das procedências e a variação de latitude dos locais de origem das sementes. O "coeficiente de correlação de Spearman" calculado foi de baixa magnitude ($r_s = 0,085$) e não significativo pelo teste t, mostrando a fraca associação entre as duas características.

As melhores procedências em crescimento de altura de plantas estão situadas a latitudes entre 13°N e 17°N ; as procedências de médio e baixo crescimento estão concentradas entre as latitudes de 14°N a 15°N .

Analisando-se a Figura 2, pode-se também observar a inexistência de uma estreita relação para a associação entre a longitude dos locais de origem das sementes e a altura de plantas das procedências no ensaio. O "coeficiente de correlação de Spearman" (r_s) obtido foi equivalente a 0,495, não significativo pelo teste t.



1 a 13 = número das procedências

Lat. (°N) = Latitude dos locais de origem das sementes em graus norte.

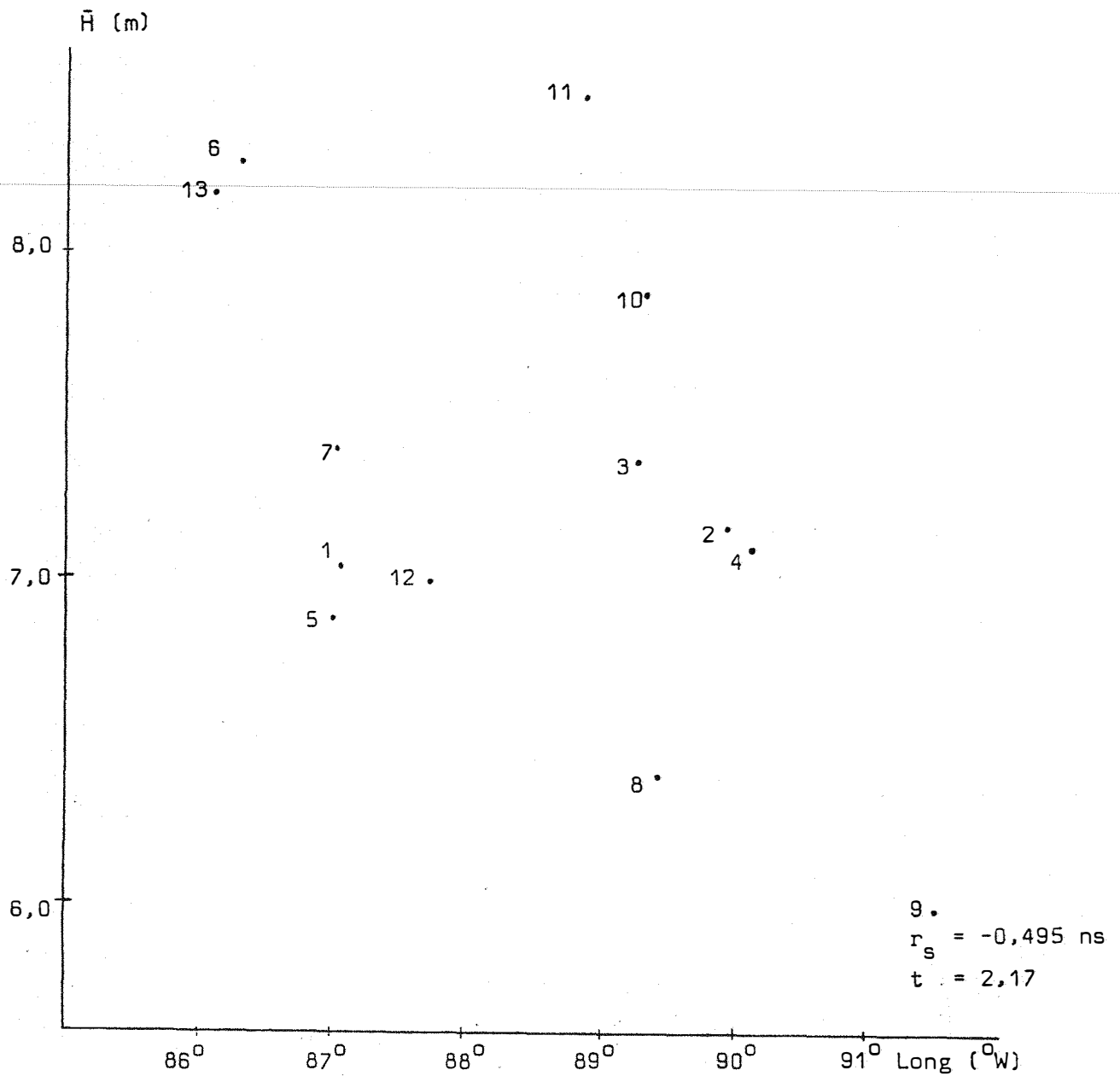
\bar{H} (m) = Altura média das procedências em metros.

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman"

t = teste de t

ns = não significância

Figura 1. Variação da Altura total de plantas das procedências em função da Latitude dos locais de origem das sementes.



1 a 13 = número das procedências

Long (°W) = longitude dos locais de origem das sementes em graus oeste

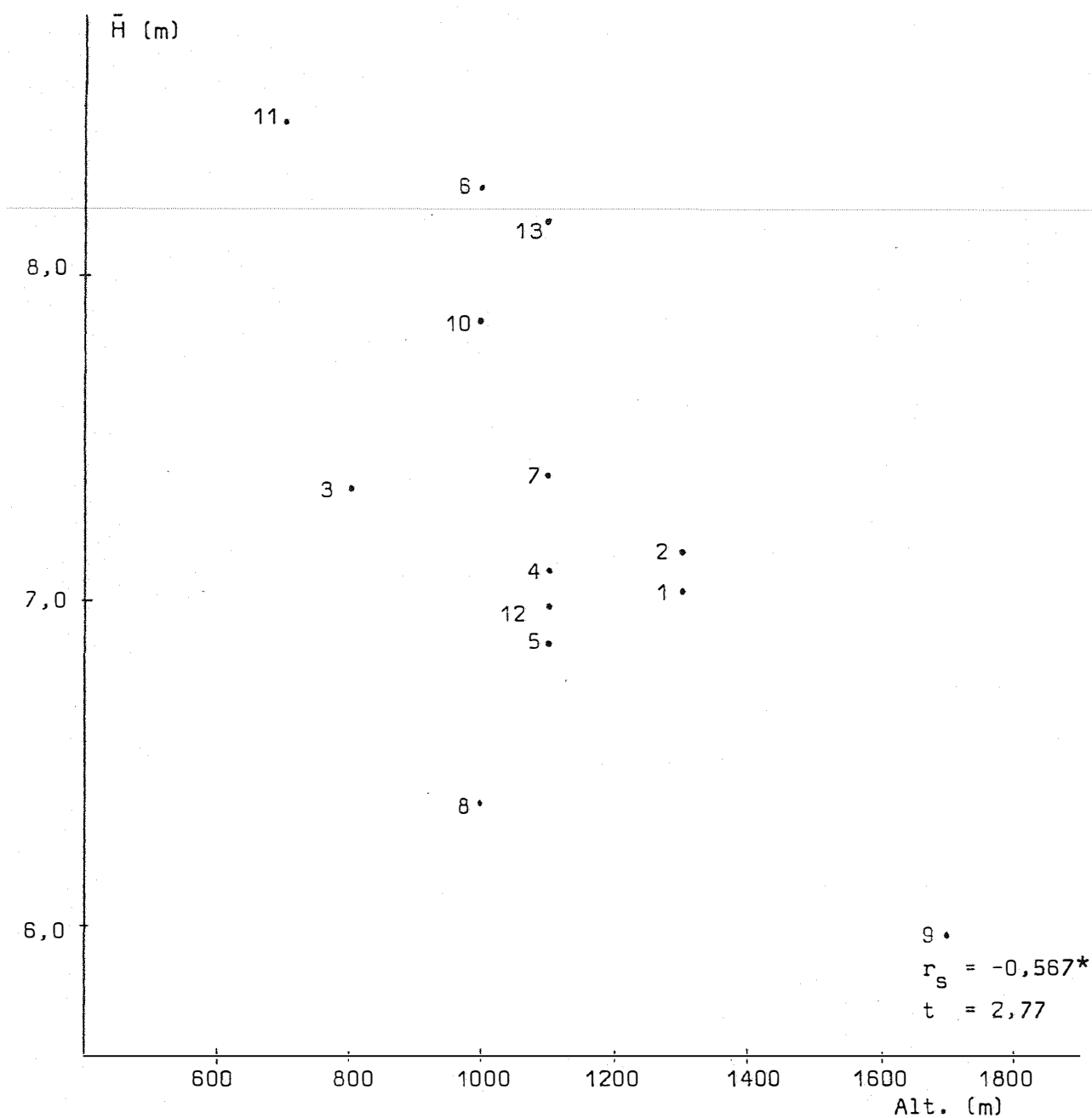
\bar{H} (m) = Altura média das procedências em metros

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman"

t = teste t

ns = não significancia

Figura 2. Variação da Altura total de plantas das procedências em função da Longitude dos locais de origem das sementes.



1 a 13 = números das procedências

Alt. (m) = Altitude dos locais de origem das sementes em metros.

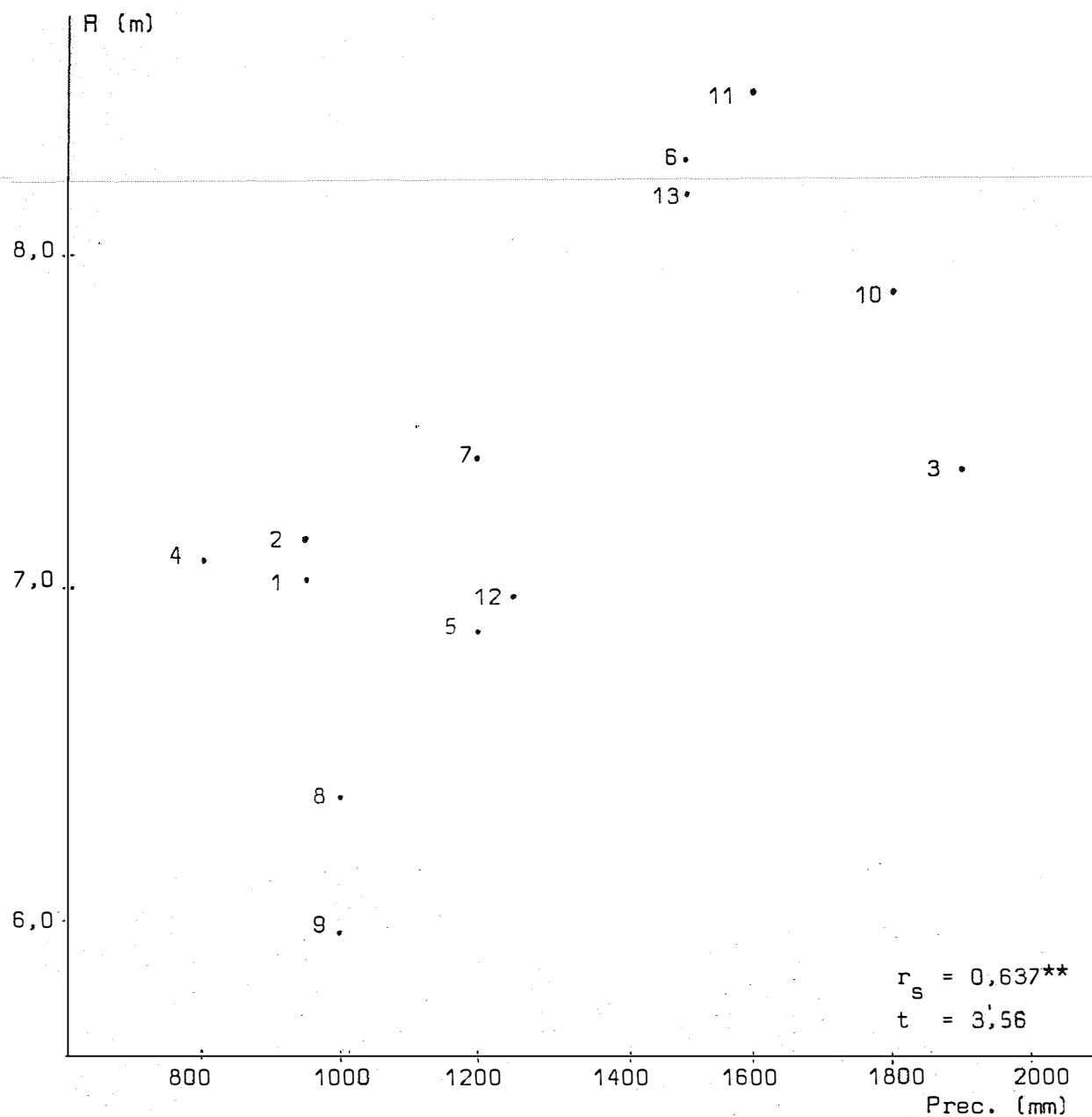
\bar{H} (m) = Altura média das procedências em metros.

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman".

t = teste de t

* = significância ao nível de 1%

Figura 3. Variação da Altura total de plantas das procedências em função da Altitude dos locais de origem das sementes.



1 a 13 = números das procedências

Prec. (mm) = precipitação média anual dos locais de origem das sementes em milímetros.

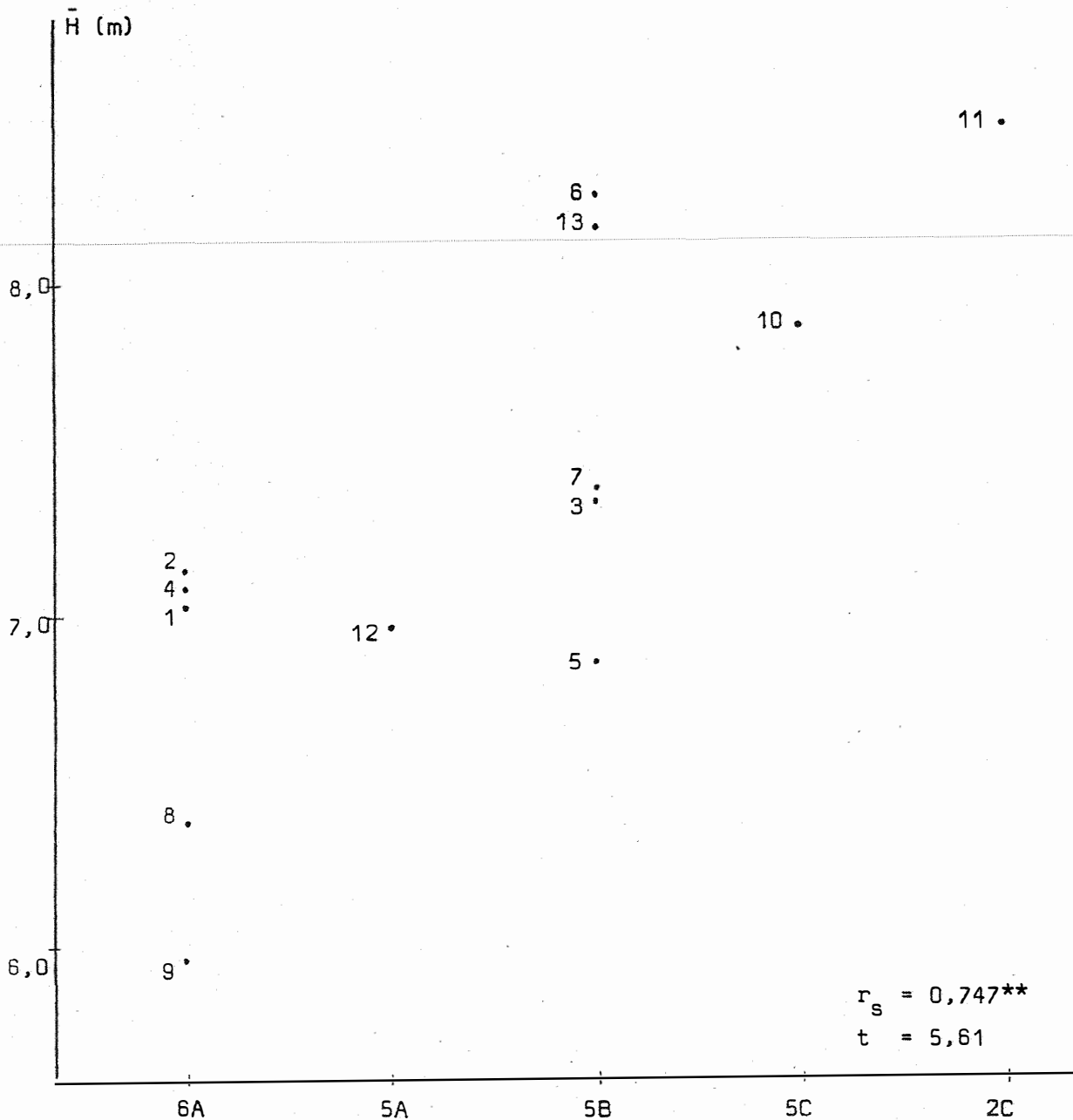
\bar{H} (m) = Altura média das procedências em metros.

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman".

t = teste de t

** = significância do nível de 1%.

Figura 4. Variação da Altura total de plantas das procedências em função da Precipitação anual dos locais de origem das sementes.



1 a 13 = números das procedências.

Int. seca = intensidade de seca dos locais de origem das sementes. Número de meses com seca (A = intensa, B = média e C = leve).

H̄ (m) = Altura média das procedências em metros.

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman"

t = teste de t

** = significancia ao nível de 1%

Figura 5. Variação da Altura total de plantas das procedências em função da Intensidade de seca dos locais de origem das sementes.

As procedências com melhor crescimento em altura de plantas têm sua origem a latitudes de 86°W a 89°W e as procedências de médio e baixo crescimento tem sua origem entre as latitudes de 87°W a 91°W .

Pela análise da Figura 3, evidencia-se uma estreita associação entre a altura de plantas das procedências no ensaio e a altitude dos locais de origem das sementes, mostrando uma tendência para as procedências de melhor crescimento se situarem a altitudes mais baixas na sua origem, ou seja, de 800 a 1100 metros. Existem no entanto procedências de crescimento médio a ruim também a essas altitudes. O "coeficiente de correlação de Spearman" calculado para essas duas características foi de 0,567 e significativo ao nível de 5% pelo teste t.

Através da Figura 4, pode-se visualizar a correlação entre a altura de plantas das procedências no ensaio e a precipitação pluviométrica média anual nos locais de origem das sementes, revelando uma tendência de melhor crescimento para as procedências originárias de locais com precipitações anuais mais elevadas, e uma tendência para pior crescimento para as procedências de origens com precipitação anual acima de 1.800 mm. O "coeficiente de correlação de Spearman" para essa associação foi de 0,637, com significância ao nível de 1% pelo teste t, mostrando uma estreita correlação entre os dados para as duas características. As procedências de melhor comportamento em altura de plantas têm sua origem em locais com precipitações médias anuais entre 1500 a 1600 mm.

A Figura 5, que permite visualizar a associação entre a estação seca dos locais de origem das sementes e a altura de plantas no ensaio, mostra uma estreita correlação entre as mesmas, evidenciando a importância dessa característica na definição das melhores procedências para crescimento em altura. O "coeficiente de correlação de Spearman" obtido para essa associação foi de 0,747, também significativo a 1%, pelo teste t.

5.6.2. Associação entre forma do tronco das árvores no ensaio e características dos locais de origem das sementes.

As associações entre as variações observadas nas procedên-

cias para a forma do tronco das árvores e as variações de latitude, longitude, altitude, precipitação pluviométrica média anual e estação seca (período e intensidade) dos locais de origem das sementes são representadas nas Figuras 6, 7, 8, 9 e 10, respectivamente.

A Figura 6, relacionando as características de forma do tronco das árvores das procedências e de latitude dos locais de origem das sementes, mostra uma estreita correlação para as mesmas, revelando uma tendência para pior comportamento em forma do tronco para as procedências à medida que aumenta a latitude do local de origem. O "coeficiente de correlação de Spearman" obtido para essa associação foi de 0,637, mostrando significância ao nível de 1%, pelo teste t.

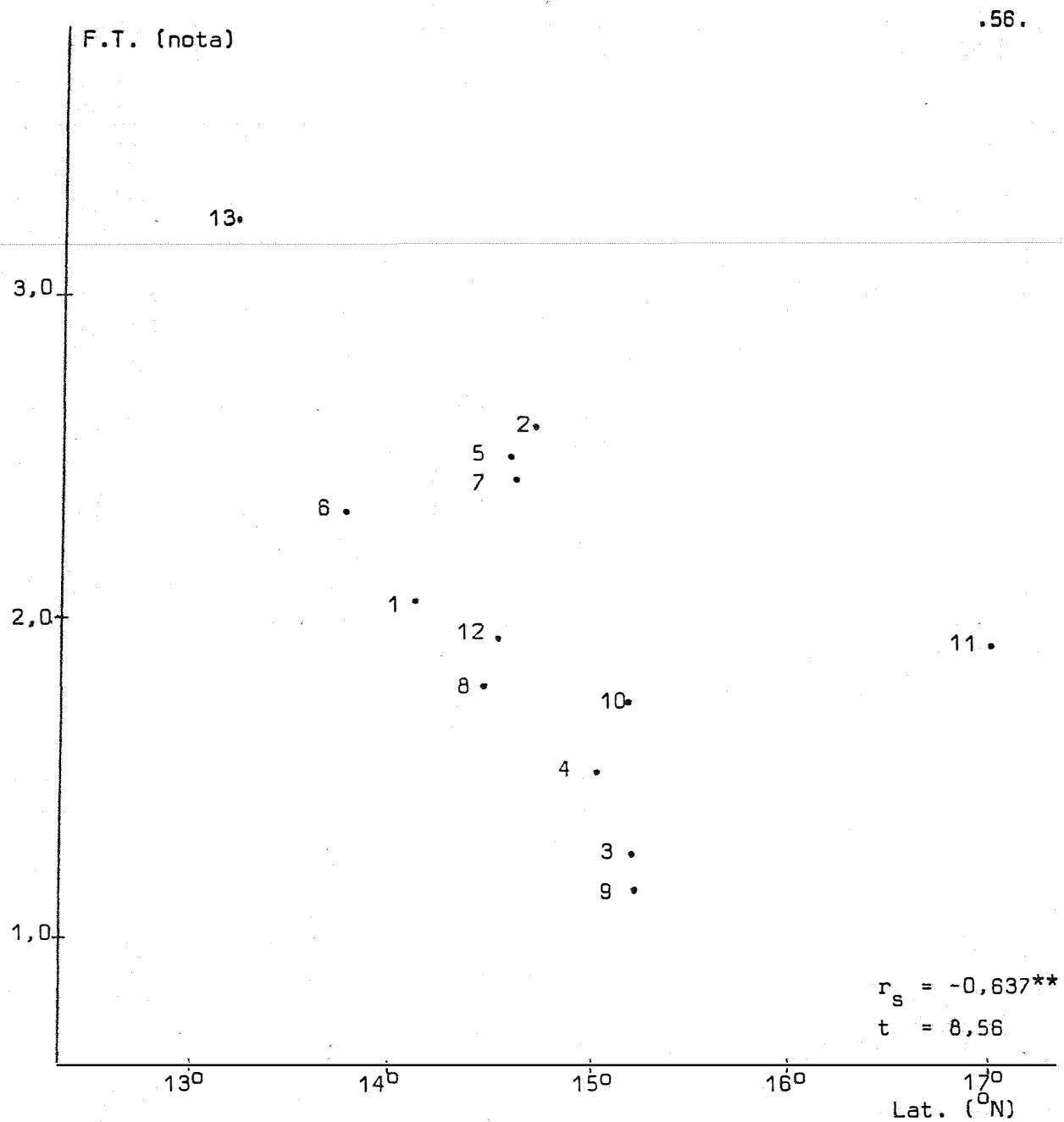
As melhores procedências em forma do tronco tem sua origem em latitudes entre 13°N e 15°N . As procedências com pior comportamento para esta característica tem sua origem em latitudes variando de 14°N a 16°N .

Através da Figura 7, analogamente à latitude, observa-se uma estreita correlação entre a forma do tronco nas procedências e as longitudes dos locais de origem das sementes. Existe uma tendência para as procedências originárias de longitudes mais baixas mostrarem melhor comportamento para forma do tronco. O "coeficiente de correlação de Spearman" obtido para essa associação foi de 0,692, valor esse que mostrou significância ao nível de 1% pelo teste t.

As melhores procedências em forma do tronco tem sua origem em longitudes entre 86°W e 87°W . As procedências de pior comportamento para essa característica tem sua origem em longitudes variando de 89°W a 91°W .

A Figura 8, que relaciona a forma do tronco das árvores nas procedências e a altitude dos locais de origem das sementes, não mostra um padrão definido para a associação. O "coeficiente de correlação de Spearman" obtido para essas duas características, foi de 0,185, não significativo pelo teste t.

A Figura 9, que associa a forma do tronco nas procedências



1 a 13 = números das procedências

Lat. (°N) = latitude dos locais de origem das sementes em graus norte.

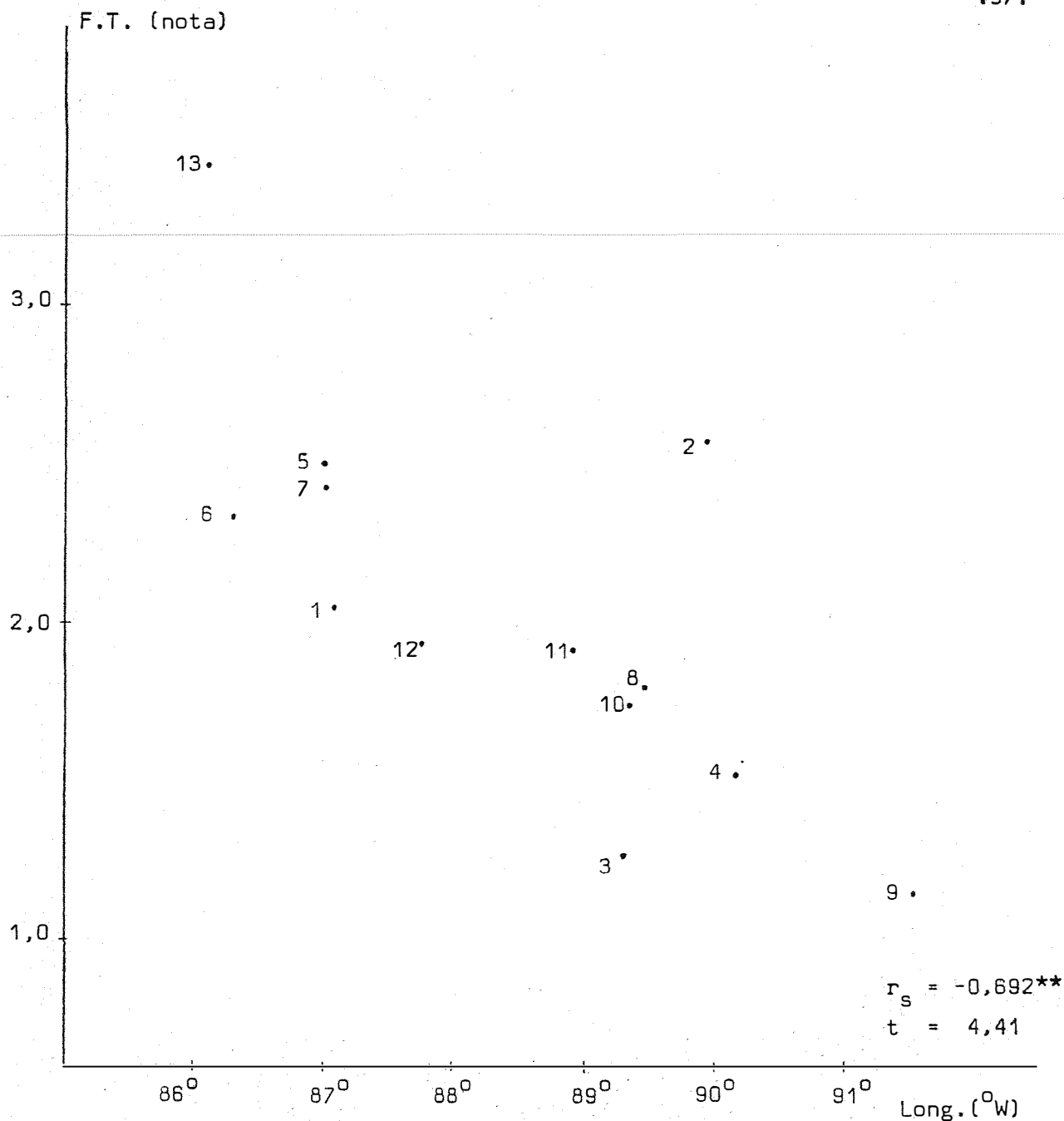
F.T. (nota) = Forma do tronco média das procedências (notas de 1 a 5)

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman"

t = teste de t

** = significancia ao nível de 1%

Figura 6. Variação da Forma do tronco das plantas das procedências em função da Latitude dos locais de origem das sementes.



1 a 13 = números das procedências.

Long (°W) = Longitude dos locais de origem das sementes em graus oeste.

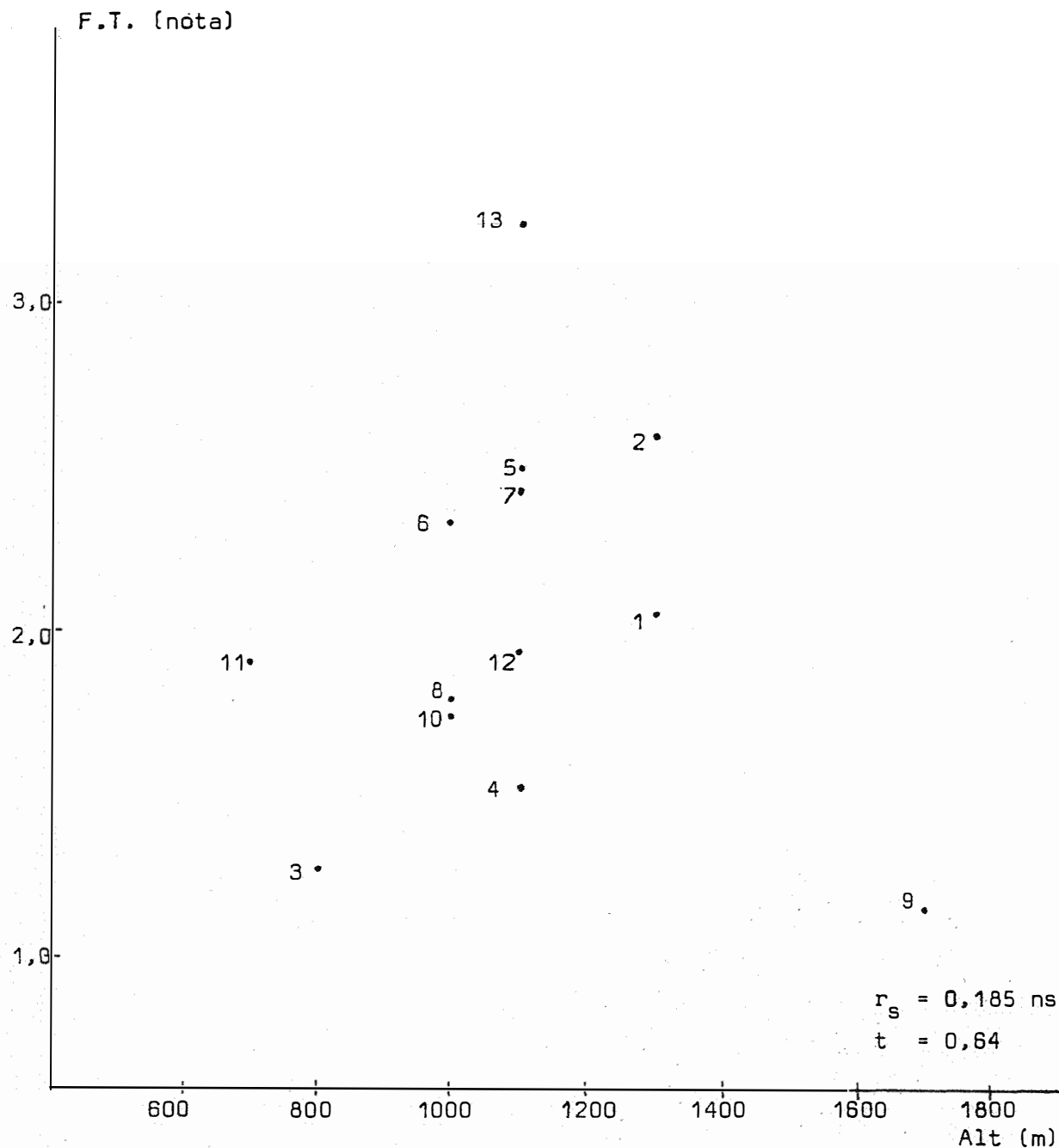
F.T. (nota) = Forma do tronco média das procedências (notas de 1 a 5).

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman"

t = teste de t.

** = significância ao nível de 1%.

Figura 7. Variação da Forma do tronco das plantas das procedências em função da longitude dos locais de origem das sementes.



1 a 13 = números das procedências

Alt. (m) = Altitude dos locais de origem das sementes em metros.

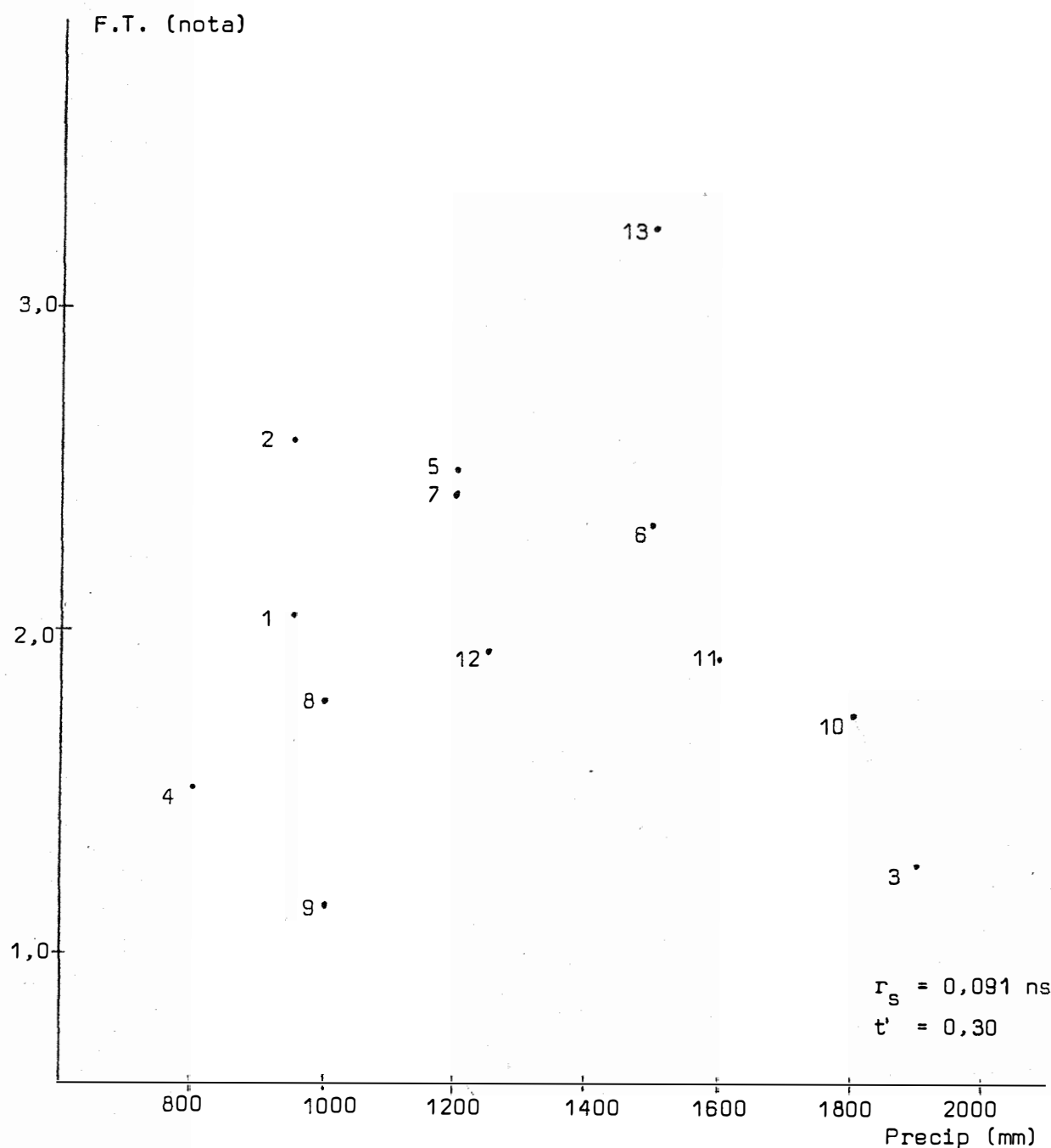
F.T. (nota) = Forma do tronco média das procedências (notas de 1 a 5).

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman".

t = teste de t.

ns = não significância

Figura 8. Variação da Forma do tronco das plantas das procedências em função da Altitude dos locais de origem das sementes.



1 a 13 = números das procedências.

Precip. (mm) = precipitação média anual dos locais de origem das sementes em milímetros.

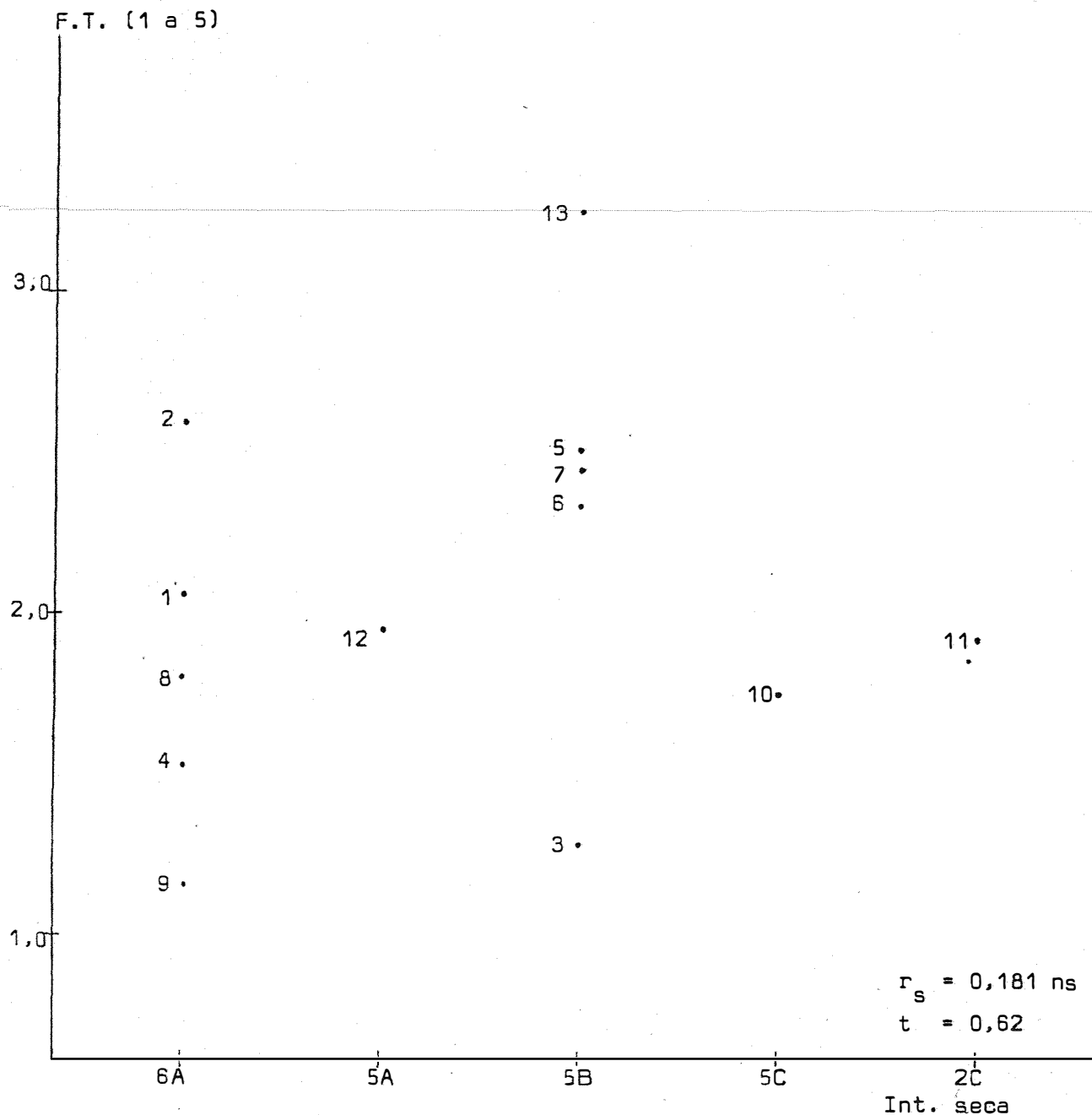
F.T. (nota) = Forma do tronco média das procedências (notas 1 a 5)

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman"

t^s = teste de t

ns = não significância

Figura 9. Variação da Forma do tronco das plantas das procedências em função da precipitação anual dos locais de origem das sementes.



1 a 13 = números das procedências.

Int. seca = Intensidade de seca dos locais de origem das sementes. Número de meses com seca (A=intensa, B=média, C=leve).

F.T. (nota) = Forma do tronco média das procedências (notas 1 a 5)

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman".

t = teste de t ns = não significância

Figura 10. Variação da Forma do tronco das plantas das procedências em função da intensidade de seca dos locais de origem das sementes.

e a precipitação pluviométrica média anual nos locais de origem das sementes, igualmente como para altitude, não mostra um padrão de associação definido. O "coeficiente de correlação de Spearman" obtido nesse caso foi de 0,091, o qual não mostrou significância pelo teste t.

A análise da Figura 10, que relaciona as características de forma do tronco das árvores das procedências com a variação de período e intensidade de seca dos locais de origem das sementes, também não revela um padrão definido para a associação. O "coeficiente de correlação de Spearman" obtido para essa associação foi equivalente a 0,181, não revelando significância pelo teste t.

5.6.3. Resumo das associações entre crescimento em altura e forma do tronco das árvores no ensaio e características dos locais de origem das sementes.

A associação entre as duas principais características das plantas no ensaio (crescimento em altura e forma do tronco) com as características dos locais de origem das sementes revelam que, enquanto o crescimento em altura das procedências está mais associado às características de altitude, precipitação pluviométrica e estação seca dos locais de origem das sementes, a forma do tronco das procedências mostra maior associação com latitude e longitude dos locais de coleta das sementes.

A Tabela 12, resumo das correlações efetuadas, permite a melhor visualização dessas conclusões.

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que, para as condições do ensaio, o crescimento em altura das árvores das procedências é mais bem explicado pelas variações de altitude, precipitação pluviométrica e estação seca dos locais de origem das sementes, enquanto a forma do tronco das árvores das procedências é mais bem explicada pelas variações de latitude e longitude dos locais de origem das sementes.

As melhores procedências quanto ao crescimento em altura das árvores tem sua origem em regiões com altitudes entre 800 a 1100 metros, precipitações pluviométricas médias anuais entre 1500 e 1600 mm, e esta-

ções secas menos severas (2 a 5 meses de seca leve e média), na sua área de ocorrência natural.

Por outro lado, as melhores procedências quanto à forma do tronco das árvores tem sua origem em regiões com latitudes variando de 13° N a 15° N e longitudes entre 86° W e 87° W, na área de distribuição natural da espécie.

Tabela 12. Resumo dos resultados obtidos para os "coeficientes de correlação de Spearman" entre as características das plantas no ensaio e as características dos locais de origem das sementes.

Características no ensaio	Características dos locais de origem					
		Lat. °N	Long. °W	Alt. m	Prec. mm	Est. seca
Crescimento em	r_s	0,005	0,495	0,567	0,637	0,747
Altura	t	0,018 ns	2,17 ns	2,77*	3,56**	5,610**
Forma do tronco	r_s	0,637	0,692	-0,185	0,091	0,181
	t	3,56**	4,41**	0,64 ns	0,30 ns	0,62 ns

Lat. °N = latitude do local de origem das sementes em graus norte.

Long. °W = longitude do local de origem das sementes em graus oeste.

Alt. m = altitude do local de origem das sementes em metros.

Prec. mm = precipitação pluviométrica do local de origem das sementes em milímetros.

Est. seca = período e intensidade de seca.

r_s = "coeficiente de correlação de Spearman".

t = valor obtido para o teste t.

ns = não significativo.

* = significância ao nível de 5%.

** = significância ao nível de 1%.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos a partir da análise dos dados coletados aos 1, 2 e 4 anos no Ensaio de Procedências de *Pinus oocarpa* Schiede permitem as seguintes conclusões:

a. Altas variações genéticas foram detectadas entre procedências aos 1 e 2 anos de idade para altura de plantas. Não se verificaram variações genéticas entre procedências para sobrevivência de planta a essas idades.

b. Aos quatro anos após a instalação do ensaio, variações genéticas foram detectadas para todas as características estudadas, excluindo-se sobrevivência de plantas. Os componentes de variâncias associados aos efeitos genéticos de procedências e aos efeitos ambientais do erro revelaram maior participação genética na variação para as características : comprimento de internódios, forma do tronco, ângulo de ramos e altura de plantas.

c. As metodologias utilizadas para avaliação de forma do tronco, ângulo de ramos, espessura de ramos e comprimento de internódios, a julgar pelos coeficientes de variações na análise de variância, demonstraram-se eficientes e passíveis de utilização em ensaios dessa natureza, assim como nos trabalhos de seleção fenotípica individual.

d. A aplicação do "coeficiente de correlação de Spearman" para o estudo de correlações fenotípicas entre características, ao nível de médias de procedências, revelaram a existência de correlações positivas e de significância entre altura de plantas e as características DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios. Correlações negativas e de significância foram detectadas entre alturas de plantas e ângulo de ramos. Correlações não significativas foram obtidas entre altura de plantas e as características forma do tronco e espessura de ramos. As correlações entre DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios com as características forma de tronco, espessura de ramos e ângulo de ramos foram similares às obtidas para altura de plantas e essas últimas características. A forma do tronco mostrou-se correlacionada negativamente somente com a espessura de ramos. Essa última característica, por sua vez, não mostrou significância para as correlações com as demais características.

e. Atribuindo-se diferentes pesos às características pelo método de "índice de seleção empírico", ou seja, 0,4 para as características de crescimento (0,1 para cada uma das características altura de plantas, DAP, volume cilíndrico e comprimento de internódios), 0,4 para a característica forma do tronco e 0,2 para as características de ramificação (0,1 para ângulos de ramos e 0,1 para espessura de ramos), as procedências com melhor classificação global numa escala relativa podem ser assim relacionadas:

1. A procedência n° 13 (Rafael-Nicaragua) apresentou o melhor comportamento global com um índice total de 128,7.
2. A procedência n° 2 (Lagunilla-Guatemala) segunda de melhor comportamento global apresentou um índice total de 110,6.
3. A procedência n° 6 (Camélias-Nicaragua) apresentou um índice total de 109,5, obtendo o terceiro melhor comportamento global.

4. A procedência nº 7 (Zapotillo-Honduras), apresentou um "índice total" de 107,7, obtendo o quarto melhor comportamento global.
5. A procedência nº 11 (MT Pine Ridge-Belize) apresentou um "índice total" bastante próximo à procedência anterior e equivalente a 107,3.
6. A procedência nº 5 (San Marcus-Honduras) obteve um índice total de 105,7, completando as procedências com total de pontos acima de 100.

As demais procedências com comportamento global abaixo da média não se sobressairam para as características mais importantes revelando pouca importância no ensaio.

f. Os componentes de variância obtidos na Análise de Variância para "índices totais" revelaram um alto percentual da variação total atribuída a variação genética entre procedências em relação a variação ambiental, mostrando a sensibilidade para a discriminação das procedências através desse parâmetro.

g. As correlações fenotípicas obtidas através do coeficiente de correlação de Spearman para altura das plantas entre o primeiro, segundo e quarto anos, revelaram-se altas e de significância, porém com tendência a decrescer com o distanciamento entre as idades. Persistindo essa tendência, os resultados sugerem maiores cuidados na extrapolação dos resultados para idades futuras.

h. Associação entre as características das procedências no ensaio com as características geográficas e climáticas dos locais de origem das sementes mostram que o crescimento em altura das procedências é mais bem explicado pelas variações de altitude, precipitação pluviométrica e estação seca dos locais de origem das sementes. Por sua vez, a forma do tronco das árvores das procedências é mais bem explicada pelas variações de latitude e longitude dos locais de origem das sementes.

As melhores procedências quanto ao crescimento em altura de

plantas tem sua origem em regiões com altitude entre 800 a 1.100 metros, precipitações pluviométricas médias anuais entre 1500 a 1600 mm e períodos de seca mais curtos e menos intensos (1 a 5 meses de seca leve e média).

As melhores procedências quanto à forma do tronco das árvores tem sua origem em regiões com latitudes variando de 13°N a 15°N e longitudes entre 86°W e 87°W.

i. A alta variabilidade genética observada entre procedências para as características economicamente importantes, mostrando a existência de populações de *P. oocarpa* Schiede com qualidades superiores, revela as prioridades para a continuidade do programa com a espécie através da implantação de populações bases das melhores origens, que serão de alta importância para as futuras seleções e melhoramento genético.

j. Em função da grande extensão de áreas potencialmente aptas ao plantio de *Pinus oocarpa* Schiede no Brasil e da diversidade genética observada entre procedências da espécie, seria de alta relevância o estendimento desse estudo para outras regiões além da incluída no estudo em questão, possibilitando a melhor utilização do potencial da espécie e principalmente visando aos estudos de interação de procedências por regiões.

7. SUMMARY

The provenance trial of *Pinus oocarpa* Schiede established at Companhia Agro Florestal Monte Alegre, in Agudos, State of São Paulo, object of the present study, is part of a genetic improvement program which is being conducted with this species by the Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF (Institute of Forestry Research).

The trial was established in February, 1972, including 13 seed lots of different localities of the natural distribution of the species in Central América, using seeds collected by the Commonwealth Forestry Institute - University of Oxford. The experimental design was the randomized blocks with 13 treatments and 4 replications, with 49 (7 x 7) tree plots at 3,0 x 3,0 meters apart; measurements were made only on the central 25 trees in each plot.

Variables studied included genetic variation between provenances as related to the height growth, survival, DBH, cilindric volume, stem form, thickness of branches, angle of branches and length of internodes. Correlations between plant characteristics and between different ages, and association of provenance characteristics with aspects of the localities of seed sources were also studied.

Results obtained from data collected at the ages of one and two years showed the occurrence of genetic variations between provenances

for plant height, but not for plant survival.

Statistical analysis of the data collected at the age of four years showed the occurrence of genetic variations between provenances for all characteristics but not for plant survival. Plant height, stem form, length of internodes and branch angles were the characteristics with greater genetic participation between provenances in the total observed variance. DBH, cylindrical volume and branch thickness, on the other hand, showed lesser genetic participation between provenances in the total observed variance.

The study of phenotypic correlations between characteristics at the level of provenance mean showed positive and significant correlation between tree height and DBH, cylindrical volume and length of internodes; negative and significant correlations were found between tree height and branch angles as well as between stem form and thickness of branches.

As a result of the observed genetic variations for the characteristics studied and the correlations found among them, as well as the value ascribed to each in the tree improvement program of the species, different weights were ascribed to the characteristics, according to the method of the "empiric selection index". In so doing, total indices were obtained for the several provenances considering all characteristics simultaneously. The provenances which gave the best performance were: a. Rafael-Nicaragua, provenance n° 13; b. Lagunilla-Guatemala, provenance n° 2; c. Camelias-Nicaragua, provenance n° 6; d. Zapotillo-Honduras, provenance n° 7; e. MT Pine Ridge-Belize, provenance n° 11 e f. San Marcus-Honduras, provenance n° 5.

The analysis of variance of the total indices showed the occurrence of genetic variations between provenances for this composite parameter. The variance components revealed, for this parameter, a high participation of the genetic variation between provenances in the total variance, which shows that the total index is highly sensitive for the comparison between provenances.

The phenotypic correlations obtained through the "Spearman

correlation" for tree height in the first, second and fourth year were high and significant, showing, however, a tendency to decrease with increasing difference in age, which suggests that extrapolation of the results to future ages should be done with care.

Associations between tree height and stem form of the provenances with the geographic and climatic characteristics of the localities of seed sources showed that tree height was associated more closely with elevation, rainfall and drought season, whereas stem form was associated more closely with latitude and longitude of the seed sources.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABELL, T.M., 1972. *The Establishment and Sylviculture of Pines in Zambia*. Buenos Aires. 12 p. (In: Congresso Florestal Mundial, 7).

ANDREW, I.A. e H.L. WRIGHT, 1976. Assessment and Analysis. In: BURLEY, J. e J.P. WOOD, 1976. *A Manual on Species and Provenance Research with Particular Reference to the Tropics*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. p. 108-130.

BARRIGA, P. e VENCOVSKY, 1975. Eficiência de Algumas Populações de Milho na Produção de Grãos. *Fitotecnia Latinoamericana*, Caracas, 11 (1): 15-22.

BEY, C.T., 1971. *Trends in Growth of Black walnut Originating in Various Geographic Areas*. In: Northern nut Growers Association, 1971. *Annual report*, 62. p. 83-86.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônomicas, 1960. *Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro. Comissão de Solos.

BURLEY, J., 1973. Generalised Analysis of Provenance Experiments. In: BURLEY, J. e D.G. NIKLES, ed. *Tropical Provenance and Progeny Research and International Cooperation*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. v. 1, p. 388-391.

- BURLEY, J., P.J. WOOD e R. LINES. 1976. A guide to Field Practice. In: BURLEY, J. e P.J. WOOD, ed. *A Manual on Species and Provenance Research with Particular Reference to the Tropics*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. p. 83-107.
- ELDRIDGE, K.G., 1972. *Genetic Variation in the Growth of Eucalyptus negans from an Altitudinal Transect of mount Erica, Victoria*. Canberra, Forestry and Timber Bureau. 72 p.
- FERREIRA, M. e P.Y. KAGEYAMA, 1974. *Aspectos do Programa de Melhoramento Genético de Pinus Tropicais em Desenvolvimento pelo IPEF*. Piracicaba, IPEF. 70 p. (mimeografado).
- FERREIRA, M. e P.Y. KAGEYAMA, 1977. Programme for Genetic Improvement of Populations of *Pinus oocarpa* Schiede in Brazil by the IPEF. Brisbane. (In: IUFRO w. Ps. S2.02-08 - S2.03-01, Workshop, Brisbane, april 1977).
- FUNK, D.T., 1971. *Eastern white Pine Seed Source Trials: Ten-Year Results from Three Midwestern Plantations*. St. Paul, North Central Forest Experiment Station. 4 p. (USDA. Forest Service Research Note, NC-113).
- GODOY, H. e A.A. ORTOLANI, s.d. *Carta Climática do Estado de São Paulo*.
- HARDIE, A.D.K. e C.L. INGRAM, 1973. Utilization Potentials and Problems for Exotic Conifers in Zambia, with Special Reference to *Pinus kesiya* Royle ex Gordon. In: BURLEY, J. e D.G. NIKLES, ed. *Selection and Breeding to Improve Some Tropical Conifers*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. v. 2, p. 133-147.
- HARRIS, J.M., 1973. The Use of Beta Rays to Examine Wood Density of Tropical Pines Grown in Malaya. In: BURLEY, J. e D.G. NIKLES, ed. *Selection and Breeding to Improve Some Tropical Conifers*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. v. 2, p. 86-94.
- JONES, N., 1973. Seed Certification, Provenance Nomenclature and Genetic History in Forestry. *Silvae Genetica*, Frankfurt, 22: 53-8.

- KEMP, R.H., 1973. Status of the C.F.I. International Provenance Trial of *Pinus oocarpa* Schiede. In: BURLEY, J. e D.G. NIKLES, ed. *Tropical Provenance and Progeny Research and International Cooperation*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. v. 1, p. 76-82.
- KEMP, J., 1976. Seed Procurement for Species and Provenance Research. In: A Manual on Species and Provenance Research with Particular Reference to the Tropics. p. 32-43.
- LEE, C.H., 1974. Geographic Variation of Growth and Wood Properties in Eastern White Pine: 15 year results. In: *North-eastern Forest Tree Improvement Conference*, 21, New Brunswick, 27-30, ago, 1973. p. 36-41.
- MARTIN, B., 1973. Initial Work on the Genetic Improvement of Tropical Pines in Congo-Brazzaville. In: BURLEY, J. e D.G. NIKLES, ed. *Selection and Breeding to Improve Some Tropical Conifers*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, v. 2, p. 226-235.
- MARTINEZ, M., 1948. *Los Pinos Mexicanos*. 2nd ed. México, Ediciones Botas.
- MATZIRIS, D.I. e B.J. ZOBEL, 1975. The use of Selection Indices in Loblolly Pine Improvement. In: *Nineteenth Forest Resources*. North Carolina State University, Raleigh.
- MERGEN, F., 1963. Ecotypic Variation in *Pinus strobus*. In: STYLES, B. T., 1976. *Taxonomic and Biosystematic studies*. In: BURLEY, J. e P.J. WOOD. A Manual on Species and Provenance Research with Particular Reference to the Tropics. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, p. 15-25.
- MOTERSON, E., 1973. Report from an Expedition to Mexico and Central America to obtain Seeds of Tropical Pines. In: FAO. *Forest Genetic Resources Information*. Roma, FAO, p. 2 - 5.
- NAMKOONG, G., 1969. Nonoptimality of Local Races. In: *Southern Conference on Forest Tree Improvement*, 10. p. 149-153.

- NANSON, A., 1972. The Provenance Seedling Seed Orchard. *Silvae Genetica*, Frankfurt, 21: 243-9.
- NIKLES, D.G., 1973. Biology and Genetic Improvement of *Araucaria cunningghamii* Ait. in Queensland, Australia. In: BURLEY, J. e D.G. NIKLES, ed. *Selection and Breeding to Improve Some Tropical Conifers*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. v. 2, p. 304-334.
- NIKLES, D.G., E.J. RIDER e D.J. SPENCER, 1973. Genetic Variation among Populations of *Pinus caribaea* var. *bahamensis* Barrett and Golfari Grown in Queensland, Australia: a Preliminary Report. In: BURLEY, J. e D.G. NIKLES, ed. *Tropical Provenance and Progeny Research and International Cooperation*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. v. 1, p. 63-72.
- READ, R.A., 1976. Provenance Testing and Introduction. In: *Symposium on Shelterbelts on the Great Plains*, Denver, 20-2, p. 147-153.
- REHFELDT, G.E. e R.G. COX, 1975. *Genetic Variation in a Provenance Test of 16-Year-Old Ponderosa Pine*. Ogden, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 7 p. (USDA Forest Service Research Note, INT-201).
- SHELBOURNE, C.J.A., 1969. Breeding for Stem Straightness in Conifers. In: *World Consultant on Forest Tree Breeding*, 2, Washington, 7-16, ago. Roma, FAD. 9 p.
- SHELBOURNE, C.J.A. e NAMKOONG, 1965. Photogrametric technique for Measuring Bole Straightness. In: SHELBOURNE, C.J.A. 1969. *Breeding for Straightness in Conifers*. Sec. *World Consultation on Forest Tree Breeding*, 2, Washington, 7 - 16 ago. Roma, FAD, 9 p.
- SPRACKLING, J.A. e R.A. READ, 1975. *Jack Pine Provenance Study in Eastern Nebraska*. Fort Collins, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 8 p. (USDA. Forest Service research paper, RM-143).
- SQUILLAGE, A.E. e C.R. GANSEL, 1974. Juvenile: Mature Correlations in Slash Pine. *Forest Science*, Madison, 20: 225-229.

- STYLES, B.J., 1976. Taxonomic and Biosystematic Studies. In: BURLEY, J. e J.P. WOOD, 1976. *A Manual on Species and Provenance Research with Particular Reference to the Tropics*. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. p. 15-25.
- WAKELEY, P.C., 1963. How Far Can Seed Be Moved? In: *Southern Conference on Forest Tree Improvement*, 7. p. 38-43.
- WAKELEY, P.C. e T.E. BERCAW, 1965. Loblolly Pine Provenance Test at Age 35. *Journal of Forestry*. Washington, 63: 168-174.
- WELLS, O.O. e P.C. WAKELEY, 1970. Variation in Shortleaf Pine from Several Geographic Sources. *Forest Science*, Madison, 16: 415-423.
- WRIGHT, J.W., 1964. *Mejoramiento Genetico de los Arboles Forestales*. Roma FAO. 436 p. (FAO: estudios de silvicultura y productos forestales, 16).

A P E N D I C E

APÊNDICE 1. Informações adicionais sobre as populações que originaram as sementes utilizadas na experimentação.

Tratº	Origem das sementes	Nº CFI	Nº árvores coletadas	DAP cm	H m	Forma tronco	Ramificação
1	Angeles-Honduras	4/71	114	35	25	A	A
2	Lagunilla-Guatemala	8/71	43	50	30	A	A
3	Pueblocaido-Guatemala	30/70	Bulk	50	22	B	B
4	Bucaral-Guatemala	3/71	111	50	30	A(B)	A
5	San Marcus-Honduras	7/70	30	80	32	A	B
6	Camélias-Nicaragua	2/70	26	80	35	A	A(B)
7	Zapotillo-Honduras	6/70	35	57	30	B	B
8	San Jose-Guatemala	10/71	34	35	25	B	B
9	Huehuetenango-Guatemala	29/71	39	35	20	B	B(C)
10	Lima-Guatemala	10/70	Bulk	50	22	B	B
11	MT Pine Ridge-Belize	30/71	Bulk	--	--	-	-
12	Siguatepeque-Honduras	7/71	100	35	25	A(B)	A(B)
13	Rafael-Nicaragua	27/71	60	50	30	A	A

Fonte: Commonwealth Forestry Institute (CFI) - Universidade de Oxford

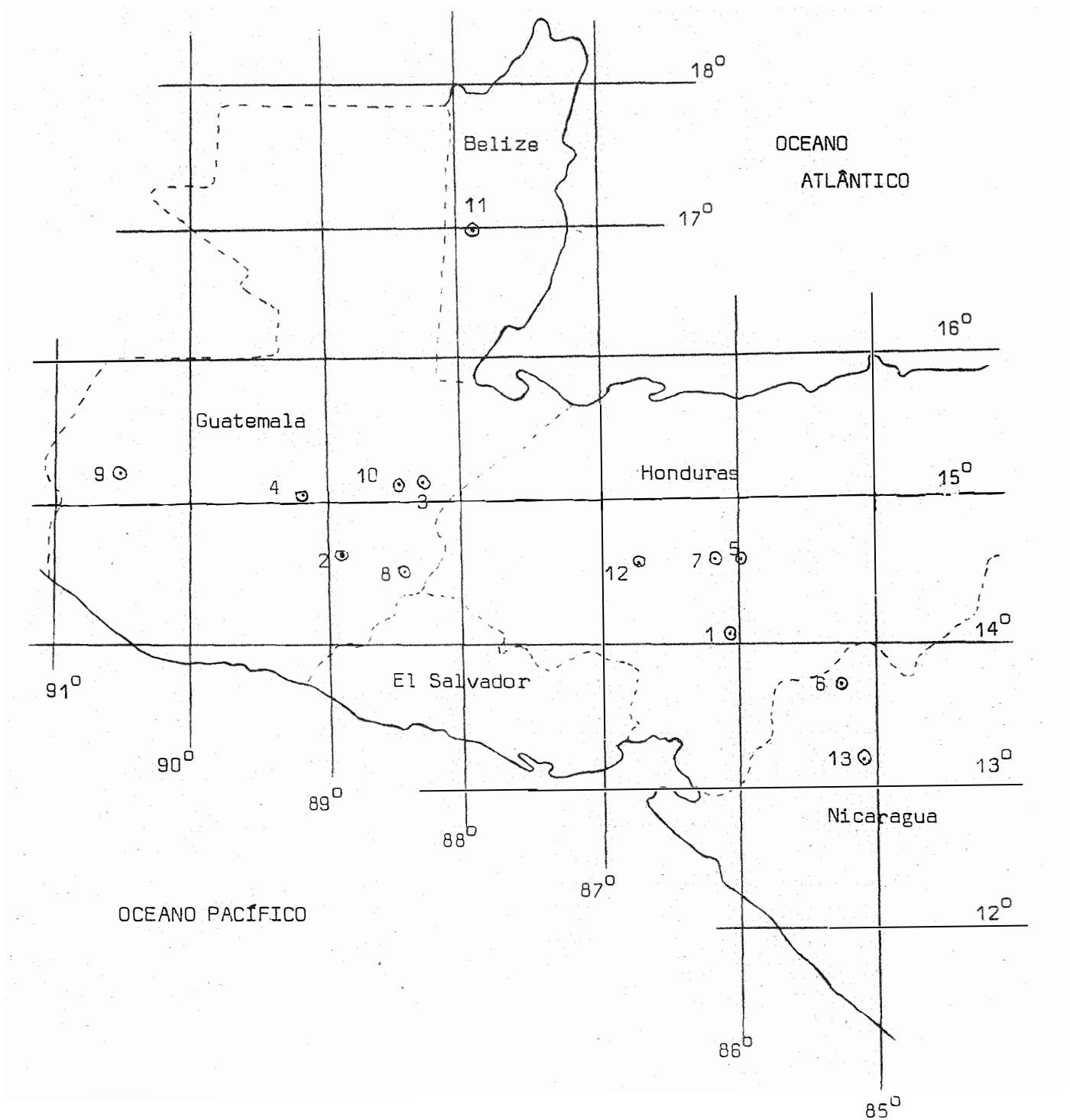
Número de árvores nas populações utilizadas para coleta de sementes. Bulk - acima de 100 árvores.

Avaliação fenotípica, sendo A = Boa, B = Média e C = Ruim.

DAP (cm): Diâmetro à altura do peito das árvores das populações originais em centímetros.

H (m) : Altura total das árvores das populações originais em metros.

APÊNDICE 2. Mapa de parte da América Central com a Localização das origens de sementes utilizadas no ensaio.



APENDICE 3. Determinação do "Coeficiente de Correlação de Spearman" entre duas características. Exemplo: cálculo de r_s entre as características de Altura total de plantas e de DAP, ao nível de médias de procedências, aos 4 anos de idade.

Proced.	\bar{H} (m)	p.r. \bar{H}	\overline{DAP} (cm)	p.r. \overline{DAP}	d_i		$(d_i)^2$
					p.r. \bar{H}	p.r. \overline{DAP}	
1	7,03	9	10,43	9		0	0
2	7,15	7	11,06	8		-1	1
3	7,35	6	11,83	5		+1	1
4	7,09	8	11,58	6		+2	4
5	6,87	11	10,41	10		+1	1
6	8,27	2	12,18	3		-1	1
7	7,39	5	11,09	7		-2	4
8	6,38	12	10,06	13		-1	1
9	5,97	13	10,13	12		+1	1
10	7,87	4	11,95	4		0	0
11	8,47	1	13,06	1		0	0
12	6,98	10	10,27	11		-1	1
13	8,17	3	12,21	2		+1	1

$$\sum d_i^2 = 16$$

\bar{H} (m) = Altura média das procedências em metros

p.r. \bar{H} = Posição relativa das procedências para altura média

\overline{DAP} (cm) = diâmetro a altura do peito médio das procedências em centímetros.

p.r. \overline{DAP} = posição relativa das procedências para DAP médio.

d_i = diferença entre as posições relativas das duas características para cada procedência.

d_i^2 = quadrados das diferenças entre as posições relativas.

$\sum d_i^2$ = somatório dos quadrados das diferenças.

O "coeficiente de correlação de Spearman" (r_s) é dado pela expressão:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{(n-1)(n)(n+1)}$$

sendo:

6 = constante

n = número de tratamentos.

Assim temos para o exemplo:

$$r_s = 1 - \frac{6 \times 16}{12 \times 13 \times 14} = 1 - \frac{96}{2184} = 1 - 0,044$$

$$r_s = 0,96$$

A significância do valor do r_s pode ser obtida pelo teste t ,

ou:

$$t = \frac{r_s}{(1 - r_s^2)} \sqrt{n - 2}$$

Temos então:

$$t = \frac{0,96}{1 - 0,9216} \sqrt{11} = \frac{0,96}{0,0784} \times 3,3166$$

$$t = 40,61$$

Para $n - 2$ graus de liberdade temos para a tabela de t :

limite ao nível de 5% de significância = 2,20

limite ao nível de 1% de significância = 3,11

Em conclusão temos que o valor obtido para o "coeficiente de correlação de Spearman" obtido é significativo ao nível de 1%, ou:

$$r_s = 0,96 **$$

Analogamente podem ser obtidos os demais "coeficientes de correlação de Spearman".

APENDICE 4. Obtenção dos dados de "índices totais" para avaliação e comparação das procedências.

1. Inicialmente tomam-se os dados de médias de parcelas para cada característica individual, ou seja, altura total, DAP, volume cilíndrico, comprimento de internódio, forma do tronco, espessura de ramos e ângulo de ramos.

Exemplo para a característica X.

Tratº	Bloco I	Bloco II	Bloco III	Média
1	X_1 1	X_1 2	X_1 3	\bar{X}_1 .
2	X_2 1	X_2 2	X_2 3	\bar{X}_2 .
3	X_3 1	X_3 2	X_3 3	\bar{X}_3 .
4	X_4 1	X_4 2	X_4 3	\bar{X}_4 .
5	X_5 1	X_5 2	X_5 3	\bar{X}_5 .
6	X_6 1	X_6 2	X_6 3	\bar{X}_6 .
7	X_7 1	X_7 2	X_7 3	\bar{X}_7 .
8	X_8 1	X_8 2	X_8 3	\bar{X}_8 .
9	X_9 1	X_9 2	X_9 3	\bar{X}_9 .
10	X_{10} 1	X_{10} 2	X_{10} 3	\bar{X}_{10} .
11	X_{11} 1	X_{11} 2	X_{11} 3	\bar{X}_{11} .
12	X_{12} 1	X_{12} 2	X_{12} 3	\bar{X}_{12} .
13	X_{13} 1	X_{13} 2	X_{13} 3	\bar{X}_{13} .
Média	$X_{.1}$	$X_{.2}$	$X_{.3}$	$\bar{X}_{..}$

X_{ij} = média das parcelas para a característica X;

$X_{i.}$ = médias dos tratamentos.

$X_{.j}$ = média dos blocos.

2. Tomam-se, para cada característica, os dados de médias de parcelas e divide-se pela média geral do experimento ($\bar{X} \dots$), obtendo-se novos valores para as parcelas em termos de porcentagem em relação à média geral do experimento.

Procede-se da mesma forma para todas as características. Teremos portanto uma uniformização de unidade para todas as características.

Dados em porcentagem em relação a média geral.

Trat ^o	Bloco I	Bloco II	Bloco III	Média
1	$\frac{X_{1\ 1}}{\quad}$	$\frac{X_{1\ 2}}{\quad}$	$\frac{X_{1\ 3}}{\quad}$	$\frac{X_{1\ .}}{\quad}$
	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$
2	$\frac{X_{2\ 1}}{\quad}$	$\frac{X_{2\ 2}}{\quad}$	$\frac{X_{2\ 3}}{\quad}$	$\frac{X_{2\ .}}{\quad}$
	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$

13	$\frac{X_{13\ 1}}{\quad}$	$\frac{X_{13\ 2}}{\quad}$	$\frac{X_{13\ 3}}{\quad}$	$\frac{X_{13\ .}}{\quad}$
	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$
Média	$\frac{X_{\ .\ 1}}{\quad}$	$\frac{X_{\ .\ 2}}{\quad}$	$\frac{X_{\ .\ 3}}{\quad}$	$\frac{X_{\ .\ 13}}{\quad}$
	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$	$X_{\ .\ .}$

3. Aplicam-se aos dados obtidos (porcentagens), os coeficientes ou pesos estipulados para cada característica. A esses dados se denominam de "índice individual".

Dados de cada parcela após a aplicação dos coeficientes.
("médias individuais").

Trat ^o	Bloco I	Bloco II	Bloco III	Média
1	$\frac{X_{1.1}}{X_{..}} \times C_1$	$\frac{X_{1.2}}{X_{..}} \times C_1$	$\frac{X_{1.3}}{X_{..}} \times C_1$	$\frac{X_{1.}}{X_{..}} \times C_1$
2	$\frac{X_{2.1}}{X_{..}} \times C_1$	$\frac{X_{2.2}}{X_{..}} \times C_1$	$\frac{X_{2.3}}{X_{..}} \times C_1$	$\frac{X_{2.}}{X_{..}} \times C_1$
.
.
.
13	$\frac{X_{13.1}}{X_{..}} \times C_1$	$\frac{X_{13.2}}{X_{..}} \times C_1$	$\frac{X_{13.3}}{X_{..}} \times C_1$	$\frac{X_{13.}}{X_{..}} \times C_1$
Média	$\frac{X_{.1}}{X_{..}}$	$\frac{X_{.2}}{X_{..}}$	$\frac{X_{.3}}{X_{..}}$	$\frac{\bar{X}}{\bar{X}} \times C_1$

C_1 = Coeficiente para a característica X

4. Tomam-se os dados de "índices individuais" de cada parcela e somam-se obtendo-se os "índices totais".

Dados de "índices totais" para diversas características, através de soma dos "índices individuais".

Trat ^o	Bloco I	Bloco II	Bloco III	Média
1	(IT) _{1.1}	(IT) _{1.2}	(IT) _{1.3}	(IT) _{1.}
2	(IT) _{2.1}	(IT) _{2.2}	(IT) _{2.3}	(IT) _{2.}
.
.
.
13	(IT) _{13.1}	(IT) _{13.2}	(IT) _{13.3}	(IT) _{13.}
Média	(IT) _{.1}	(IT) _{.2}	(IT) _{.3}	(IT) _{..}

$(IT)_{ij}$ = "Índices totais" das parcelas para as características envolvidas no índice.

$$(IT)_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{..}} \times C_1 + \frac{Y_{ij}}{Y_{..}} \times C_2 + \dots + \frac{W_{ij}}{W_{..}} \times C_n$$

5. Esses dados são utilizados para a comparação e ordenação das procedências para as características estudadas e com os respectivos pesos atribuídos a cada uma delas. A análise estatística foi aplicada sobre esses dados obtidos.