

CONSIDERAÇÕES SÔBRE A AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE INTRODUÇÃO  
DE ESPÉCIES FLORESTAIS POR PARCELAS INDIVIDUAIS,  
EM TURRIALBA, COSTA RICA

Tese de Grau de Magister Scientiae

Nelson Ventorim

Departamento de Ciências Florestais

Instituto Interamericano de Ciências Agrícola da OEA  
Centro de Ensino e Investigação Tropical  
Turrialba, Costa Rica  
Janeiro, 1971

CONSIDERAÇÕES SOBRE A AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE INTRODUÇÃO  
DE ESPÉCIES FLORESTAIS POR PARCELAS INDIVIDUAIS,  
EM TURRIALBA, COSTA RICA

Tese

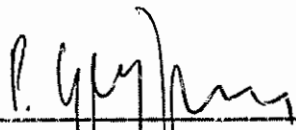
Apresentada ao Conselho da Escola para Graduados  
como requisito parcial para optar ao grau

Magister Scientiae

no

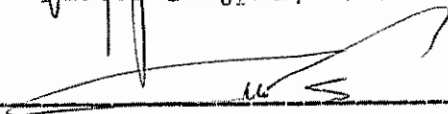
Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA

APROVADA:



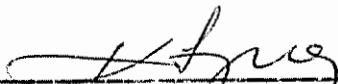
Pieter Grijpma, M.S.

Conselheiro



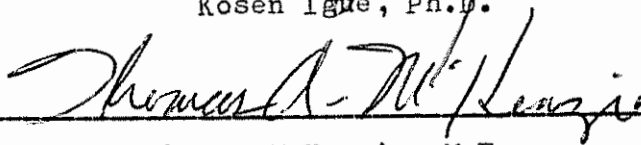
Gilberto Páez, Ph.D.

Comitê



Kosen Igüe, Ph.D.

Comitê



Thomaz McKenzie, M.For.

Comitê

Janeiro, 1971

À minha esposa Lêda, pelo estímulo e compreensão  
e  
Ao meu filho Regis, pela alegria trazida

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselheiro Principal, Engenheiro Florestal Pieter Grijpma, pela dedicação a seriedade na orientação dêste estudo.

Ao Dr. Gilberto Páez, pela constante orientação na parte de análise estatística e na organização geral dêste trabalho.

Ao Dr. Kosen Igue, pelas sugestões apresentadas e revisão da tese, como Membro do Comitê Conselheiro.

Ao Dr. Herster Barres e Sr. Róger Morales pela instalação do experimento que forneceu os dados para o estudo, bem como, ao Sr. Rafael Agüero Ovares, pelas medições dendrométricas efetuadas.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (Minas Gerais) do Ministério da Educação e Cultura do Brasil, pela licença concedida.

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação e Cultura do Brasil, pelo suporte econômico prestado ao autor.

Ao Centro de Ensino e Investigação Tropical (CEIT) do Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA, pelo patrocínio dos estudos de pós-graduado.

A Srta. Emma Chacón pelos trabalhos de datilografia da tese.

Ao Sr. Manoel Geraldo Zamora, pelos trabalhos de processamento dos dados em computadora.

## BIOGRAFIA

O autor nasceu na cidade de Castelo, estado do Espírito Santo, Brasil, onde realizou seus estudos primário e secundário.

Em 1961, ingressou na Escola Nacional de Florestas da Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, hoje Universidade Federal de Viçosa, onde cursou os três primeiros anos universitários.

Em 1964, juntamente com a Escola Nacional de Florestas, se transferiu para a Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, onde cursou os dois últimos anos de universidade, recebendo o título de Engenheiro Florestal em dezembro de 1965.

Em 1966, trabalhou como técnico florestal do Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário do Ministério da Agricultura, no Estado do Paraná.

De 1967 a 1968, desempenhou as funções de chefe do Distrito Florestal de Lavras, no Instituto Estadual de Florestas do Estado de Minas Gerais.

Em 1967 iniciou também suas atividades como auxiliar de ensino do setor de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), no Estado de Minas Gerais, cuja função ocupa até a presente data em regime de tempo integral e dedicação exclusiva.

Em setembro de 1969, ingressou no Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA, como estudante do Departamento de Ciências Florestais do Centro de Ensino e Investigação Tropical (CEIT), em Turrialba, Costa Rica, e em janeiro de 1971, finalizou seus estudos.

## CONTEÚDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 Generalidades sôbre provas de espécies florestais ...	4
2.2 Fatores a serem considerados em provas de espécies ..	5
2.2.1 Clima .....	5
2.2.2 Solo e sítio .....	7
2.2.3 Procedência, raça e variedades de espécies florestais .....	8
2.2.3.1 Abastecimento de sementes .....	11
2.2.4 Possibilidades econômicas .....	12
2.3 Alguns métodos usados na seleção de espécies florestais .....	13
2.4 Delineamentos usados em provas de espécies .....	15
2.5 Delineamento por parcelas individuais .....	19
3. MATERIAIS E MÉTODO .....	21
3.1 Localização do experimento .....	21
3.2 Características dos sítios do experimento .....	21
3.2.1 "Florençia Sur" .....	21
3.2.2 "Puente Cajon" .....	23
3.2.3 "Bajo San Lucas" .....	24
3.3 Descrição do experimento original .....	25
3.4 Tomada de dados .....	27
3.4.1 Dados quantitativos .....	27
3.4.2 Dados qualitativos .....	28
3.5 Análise dos dados .....	30
3.5.1 Análise dos fatores de influem na variabilidade da altura das espécies .....	30
3.5.2 Análise de tendência .....	31
3.5.3 Análise discriminatória .....	32
3.5.3.1 Obtenção do escore compôsto para classificar as espécies .....	33

3.6	Métodos testados para seleção das espécies-procedências	34
3.6.1	Comparação entre os métodos descritos .....	36
4.	RESULTADOS .....	39
4.1	Variabilidade relativa dos vários fatores que influenciaram o crescimento em altura .....	39
4.2	Taxa de incremento em altura em função do tempo .....	41
4.2.1	Estimação das curvas de crescimento em altura para o sítio "Puente Cajon" .....	41
4.2.2	Estimação das curvas de crescimento em altura para o sítio "Florençia Sur" .....	45
4.2.3	Estimação das curvas de crescimento em altura para o sítio "Bajo San Lucas" .....	48
4.3	Taxa de crescimento diamétrico em função do tempo ...	51
4.3.1	Estimação das curvas de incremento diamétrico para o sítio "Puente Cajon" .....	51
4.3.2	Estimação das curvas de incremento diamétrico para o sítio "Florençia Sur" .....	54
4.3.3	Estimação das curvas de crescimento diamétrico para o sítio "Bajo San Lucas" .....	57
4.4	Aspectos morfológicos e fito-sanitários das espécies .	60
4.5	Classificação das espécies-procedências com base em quatro variáveis .....	62
4.5.1	Variáveis qualitativas .....	62
4.5.2	Variáveis quantitativas .....	64
4.6	Comparação entre os seis métodos de classificação de espécies .....	65
5.	DISCUSSÃO .....	71
6.	CONCLUSÕES .....	78
7.	RESUMO .....	79
	SUMMARY .....	82
	LITERATURA CITADA .....	85
	APÊNDICES.....	90

## LISTA DE QUADROS

<u>Quadro Nº</u>		<u>Página</u>
1	Composição química dos solos da série Cervantes, segundo Hardy (22) .....	22
2	Composição química dos solos do sítio "Puente Cajon" segundo Salazar (38) .....	23
3	Composição química dos solos do sítio "Bajo San Lucas" segundo Salazar (38) .....	24
4	Componentes de variância relativa dos fatores que <u>in</u> fluenciaram o crescimento em altura .....	39
5	Parâmetros estimados das curvas de crescimento em <u>al</u> tura, tomando-se a função de 2º grau, para "Puente Cajon" .....	42
6	Parâmetros estimados das curvas de crescimento em <u>al</u> tura, tomando-se a função do 2º grau, para "Florenxia Sur" .....	46
7	Parâmetros estimados das curvas de crescimento em <u>al</u> tura, tomando-se em conta a função do 2º grau, para "Bajo San Lucas" .....	49
8	Parâmetros estimados das curvas de crescimento em diâmetros, tomando-se em conta a função do 2º grau, para "Puente Cajon" .....	52
9	Parâmetros estimados das curvas de crescimento em diâmetro, tomando-se em conta a função do 2º grau, para "Florenxia Sur" .....	55
10	Parâmetros estimados das curvas de crescimento em diâmetro, tomando-se em conta a função do 2º grau, para "Bajo San Lucas" .....	58



<u>Quadro N<sup>o</sup></u>	<u>Página</u>
11	Qualificações das árvores classificados no experimento, segundo a forma e sanidade, para os três sítios em conjunto ..... 61
12	Coeficientes discriminatórios e variância comum (" <u>Communality</u> ") obtidos para o método da "Ordem do escore qualitativo ..... 62
13	Coeficientes discriminatórios e variância comum (" <u>Communality</u> ") obtidos para o método da "Ordem do escore quantitativo ..... 64
14	Resultados das posições alcançadas pelas espécies+procedências, dentro do intervalo de 1 a 25, nas classificações gerais e por sítio, para seis métodos estabelecidos ..... 66
15	Eficiência relativa dos diversos métodos, comparados com o da Ordem do escore qualitativo (padrão) ..... 68
16	Correlação entre o método padrão e os demais, por sítio ..... 70

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura Nº</u>		<u>Página</u>
1	Localizações dos três sítios do experimento de 77 espécies-procedências .....	21a
2	Curvas de crescimento em altura para algumas espécies-procedências do sítio "Puente Cajon" .....	43
3	Curvas de crescimento em altura para algumas espécies-procedências do sítio "Florencia Sur" .....	47
4	Curvas de crescimento em altura para algumas espécies-procedências do sítio "Bajo San Lucas" .....	50
5	Curvas de crescimento diamétrico para algumas espécies-procedências de "Puente Cajon" .....	53
6	Curvas de crescimento diamétrico para algumas espécies-procedências de "Florencia Sur" .....	56
7	Curvas de crescimento diamétrico para algumas espécies-procedências de "Bajo San Lucas" .....	59

## 1. INTRODUÇÃO

Dada a importância comercial assumida pelos produtos florestais na última década, deu-se relativa ênfase aos programas de provas de espécies florestais na América Latina. Esta grande área do continente americano, embora conte com a maior extensão florestal do mundo, necessita importar produtos florestais que montam em trezentos milhões de dólares ao ano (17). A razão da existência deste déficit de produção é que a maioria das florestas na América Latina não rende economicamente. A grande heterogeneidade das espécies, a inacessibilidade a muitas regiões florestais e a complexidade do manejo das florestas tropicais, têm sido responsáveis pelo seu baixo rendimento.

Para a solução do problema de abastecimento futuro de madeira aos países tropicais da América Latina, dois caminhos podem ser tomados: manejar os bosques extensos e pouco produtivos, tornando-os rentáveis ou introduzir espécies exóticas ou nativas já conhecidas e estudadas, de crescimento rápido e qualidades tecnológicas definidas. A primeira alternativa demandaria longo prazo, já que pouco se conhece sobre o comportamento das florestas naturais da América Latina. A segunda apresenta maior possibilidade de êxito e está sendo executada por muitos países latinoamericanos.

O crescente consumo de madeira, provocado pela industrialização de alguns países da América Latina e pela exigência do mercado madeireiro mundial, tem levado as autoridades latinoamericanas a envidar esforços para transformar seus bosques, cuja média de incremento é de 2 a 4 m<sup>3</sup>/ha/ano (16), para uma floresta que poderá atingir a média de 25 m<sup>3</sup>/ha/ano. Para lograr esta transformação, será necessário

introduzir espécies de rápido crescimento e estabelecer povoamentos puros.

O uso de terrenos inapropriados para agricultura e a perda da fertilidade do solo, têm provocado o abandono das terras, após poucos anos de cultivo agrícola. O reflorestamento destas áreas é um imperativo e o estudo de provas de espécies será um importante item a ser executado no programa geral de reflorestamento.

Todos os aspectos acima abordados, demonstram a importância de qualquer estudo que vise eleger espécies de rápido crescimento para reflorestamento, de modo a concentrar e racionalizar as fontes de produção de madeira para os países em desenvolvimento ou mesmo para os desenvolvidos.

O conceito comum de uma espécie introduzida é quando ela provém de um país estrangeiro. Wright (51), entretanto, considera como espécie introduzida aquela que se cultiva fora dos seus limites naturais, ainda que dentro de um mesmo país, estado ou município.

Um passo importante dentro do complexo processo de introdução de espécies florestais, é o de prova de espécie. Por prova de espécie se entende o teste a que as espécies são submetidas para verificar o seu comportamento no sítio onde se deseja reflorestar.

A prova de espécie num país ou numa região, tem como objetivo principal, encontrar espécies florestais que ofereçam o máximo benefício para o país ou para a região de introdução (33).

Embora estudos sôbre provas de espécies tenham sido feitos na América Latina, nenhum trabalho foi elaborado com respeito a avaliação da eficiência dos sistemas de introdução usados. O reflorestador ao efetuar provas de grande número de espécies, sente necessidade de decidir quanto às melhores para o reflorestamento, dentro das características de sua empresa. É de suma importância que se tenha métodos simples e precisos para servir de guia na escolha das espécies. A ausência de tais métodos pode levá-los a decisões errôneas ou tardias. Uma demorada espera quanto a eleição das espécies desejadas implica uma perda econômica, assim como, a decisão incorreta traz graves prejuízos futuros.

Muitas dificuldades, entretanto, se apresentam na elaboração de métodos para seleção de espécies. Em primeiro plano deve-se definir o que é melhor espécie, segundo a finalidade a que ela se destina. Outra dificuldade é de se encontrar um método eficiente, rápido e pouco custoso.

Os objetivos principais do estudo são:

- a. Comparar quantitativa e qualitativamente diferentes métodos de avaliação de espécies de rápido crescimento no processo de parcelas individuais.
- b. Avaliar o crescimento das espécies-procedências<sup>†</sup> em parcelas individuais.
- c. Discriminar os componentes de influência no processo de parcelas individuais: sítio, tratamento, espécies-procedências, repetições e interações entre eles.

---

<sup>†</sup> Espécies ou procedências.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades sôbre Provas de Espécies Florestais

A escolha de uma espécie florestal para uma região deve ser feita com cuidado para assegurar seu êxito ao nôvo meio (21). Thornthwaite (44), afirma que as espécies podem se adaptar em condições de homoclima ou climas análogos. Às vêzes, espécies de um continente são introduzidas em outro com absoluto sucesso. Isso é possível porque comumente, temperatura, latitude e altitude se compensam. Em média se estima que para cada 200 m de altitude, a temperatura diminui de um grau centígrado e para cada aumento de um grau de latitude, há uma diminuição de temperatura de meio grau centígrado (12). Estes dados podem ajudar em programas de provas, quando se conhece apenas as condições do local de origem ou sômente o de prova das espécies.

Estudos mais técnicos sôbre provas de espécies na América Latina, são ainda escassos. Na Austrália, Nova Zelandia, África e Reino Unido, entretanto, tem-se logrado suficiente êxito com programas de provas de espécie. Em muitos dêstes países, mais de 50% da madeira produzida é de espécies introduzidas que foram submetidas a provas. Em alguns casos estas espécies rendem quatro vêzes mais, econômicamente, que as espécies nativas (51).

Para se ter maior possibilidade de sucesso em programas de provas de espécies, aconselha-se obter informações do comportamento da espécie a ser introduzida, em outros países e comparar o seu valor com as espécies nativas (6).

## 2.2 Fatôres a serem Considerados em Provas de Espécies

Segundo Leuchars (30), ao estabelecer um programa de provas de espécies é necessário considerar os vários fatores ecológicos, sanitários e econômicos envolvidos. Bin Che Yeon (5), assinala que em provas de introdução de espécie deve-se cobrir uma grande variedade de fatores e não somente uma estreita comparação entre climas porque muitas espécies são adaptáveis às condições distintas das de seu habitat. Necessário se faz considerar as relações entre solo e espécie, susceptibilidades a insetos e pragas, bem como, as necessidades particulares do país. Alguns fatores importantes são considerados a seguir:

### 2.2.1 Clima

Para assegurar o êxito da prova de espécie é necessário conhecer as condições climáticas, tanto do local de procedência, como do lugar onde será testada a nova espécie (23). A escassez de dados climáticos tem causado sérias dificuldades a este tipo de informação.

Entre os fatores climáticos a temperatura e as precipitações exercem papel de importância principal. Quanto a temperatura, os dados mais importantes são as médias das máximas e mínimas de cada mês, a máxima e mínima absoluta; a média anual e as variações diurnas. A temperatura exerce influência importante na limitação da área de adaptação dos gêneros e das espécies. Para cada espécie há uma temperatura mínima, abaixo da qual as plantas não sobrevivem e uma máxima, acima da qual as plantas também morrem (12).

Com relação a precipitação, o mais importante a se considerar são as médias anuais e a distribuição das chuvas durante o ano. Sahni (37), relacionando precipitação com exigência das espécies, classificou-as em três grupos distintos:

- a. Espécies que requerem abundância de chuvas no inverno, suportando um período de relativa seca no verão; por exemplo, Pinus radiata D. Don, Eucalyptus globulus Labill.
- b. Espécies que requerem uniformidade de distribuição de chuvas durante todo o ano, por exemplo, Pinus elliottii Engelm, Araucaria angustifolia (Bert) O. Kütze, Eucalyptus maculata Hook, E. botryoides Smith.
- c. Espécies que exigem chuvas de verão e que podem suportar um inverno seco, por exemplo, Pinus caribaea Morelet, Pinus patula Schlecht e Cham, Eucalyptus citriodora Hook, E. grandis (Hill) Maiden E. robusta Sm., E. saligna Smith, E. tereticornis Sm., Cupressus lusitanica Mill, Cryptomeria japonica D. Don.

Em geral, muitos programas de provas de espécie se baseiam em analogias climáticas entre o local de origem e o de prova da espécie (2, 37). Golfari (20), valendo-se da classificação climática de Thornthwaite (44), desenvolveu trabalho de classificação de sítio para reflorestamento, com coníferas, no estado de São Paulo (Brasil). Baseado nas curvas de evapotranspiração e de precipitação, estabeleceu a disponibilidade anual para satisfazer as necessidades das espécies.

Em muitas regiões da América Latina, o diagrama de Holdridge tem



sido de utilidade para provas de espécies. Pelo método desenvolvido por Holdridge (23), pode-se classificar as zonas de vida ou formações vegetais do mundo. O método baseia-se na biotemperatura média anual, províncias de umidade, altitude e latitudes. Por êle se pode comparar as zonas de vida do local de origem, com as do local a se testar a espécie. Se as zonas de vida se equivalem, as provas poderão ter êxito, embora outros fatores como distribuições de precipitação, solos, ventos, etc. possam afetar os resultados.

### 2.2.2 Solo e sítio

Em adição aos fatores climáticos, o sítio e o solo tomam lugar importante em provas de espécies. Em termos simples, sítio pode ser conceituado como o local de características edáficas, climáticas, fisiográficas e bióticas próprias, onde se desenvolvem as espécies vegetais e outros tipos de vida. Kuchler (29), nota a importância da conexão entre plantas e o sítio onde elas se desenvolvem. Da harmonia desta conexão, depende o sucesso de qualquer plantação e o máximo de êxito de uma plantação coincide com a perfeita harmonia entre sítio e espécie. Muitas espécies possuem uma certa tolerância quanto a qualidade do sítio e qualquer tentativa de introdução de espécies fora destes limites de tolerância pode resultar em fracasso completo. Entre todos os parâmetros usados para expressar a qualidade de um sítio, a altura é o que tem apresentado melhores resultados (28). Gibbs e Ligon (18), comparando o crescimento de espécies florestais em diferentes sítios, afirmam que muitas plantas se prestam como indicadores para análise da qualidade do sítio. Para efeito de estudos, a

productividade do sítio é expressa segundo o seu índice, a vegetação existente ou o meio ambiente (26). A qualidade do sítio, em geral, é expressa pela relação entre a altura e a idade da árvore. A curva de regressão dos dois fatores representa o índice do sítio.

O solo, fator componente do sítio, é importante no desenvolvimento de espécies florestais. A umidade do solo, está intimamente relacionada com o crescimento de uma espécie (19, 45, 53). A quantidade de água não deve ser demasiada para impedir a aeração, mas não deverá ser reduzida a ponto de provocar distúrbios fisiológicos nas plantas. Enquanto o crescimento é influenciado pela força da umidade interna da planta, esta é influenciada pela umidade do solo, condições atmosféricas e capacidade de absorção de água pela própria planta (19). Akhromeiro (1), embora julgue incipientes os estudos sobre influência da umidade na qualidade do sítio, considera que ela é o fator mais importante para melhorar as suas qualidades.

### 2.2.3 Procedência, raças e variedades de espécies florestais

O estudo da procedência das espécies, pelo qual se pode selecionar "raças climáticas ou ecológicas", para certas condições do sítio a se introduzir, é de importância para programas de melhoramento florestal (49). Muitas tentativas de introdução de espécies prometedoras têm malogrado, porque não se buscou uma raça apropriada. Saucier (39), trabalhando com seis procedências de Pinus palustris Mill, demonstrou que havia diferença significativa na densidade da madeira, entre as procedências.

As razões porque uma procedência difere da outra em crescimento, resistência, propriedades da madeira, etc., são ainda desconhecidas (31). Sabe-se, entretanto, que espécies de zonas setentrionais temperadas, até certos limites, aumentam o crescimento a medida que diminui a latitude. O fato parece indicar resposta ao crescimento, devido ao fotoperiodismo. Estudos sobre Pinus taeda nos Estados Unidos confirmam esta resposta (34).

Thor e Brown (43), analisando testes de procedências de Pinus taeda L. na Universidade do Tennessee, verificaram que a originária da Georgia apresentou altura superior às demais e não diferiu significativamente com relação aos traqueídeos. Entre todas as procedências se observou diferenças significativas com relação ao tamanho das acículas. Em algumas procedências houve diferença significativa entre pesos específicos. Brown (9), observou que nas 45 procedências de Pinus silvestris L, estudadas, havia diferença significativa entre o desenvolvimento das raízes laterais das diversas procedências, atribuindo ao meio ambiente, a responsabilidade pelo aparecimento dos caracteres adaptativos.

O efeito da procedência pode ser notado no crescimento, nas características fisiológicas, na resistência a seca, as enfermidades, as geadas, aos ataques de insetos e na adaptação aos diferentes tipos de solo (12).

As espécies florestais, dentro de sua área de distribuição, independente do fator procedência, desenvolvem certas características

que as tornam mais flexíveis aos fatores climáticos, pragas e enfermidades. Estes exemplares distintos constituem uma raça (6). Ao provar uma espécie, convém verificar se há uma raça resistente, adaptável às condições do novo habitat. Callaham (11), assinala que a distribuição geográfica e a adaptação de uma espécie, estão ligadas a fatores genéticos.

Quando as variações dentro da espécie são de caráter genético, tem-se o que se chama variedades da espécie (52). O conhecimento das variedades é de importância no estudo de provas de espécie. Por exemplo, Pinus elliotii var. densa da Flórida é mais resistente as sequias de inverno que o Pinus elliotii var. elliotii que requer chuvas bem distribuídas durante todo o ano. Wright (52), demonstrou que a formação de raças e variedades estão ligadas a fatores de isolamento. As diferenças entre indivíduos, de uma mesma espécie, separados geograficamente, são maiores que as diferenças entre indivíduos de um mesmo povoamento.

A capacidade de uma árvore crescer em condições diferentes daquelas de seu habitat natural, varia de espécie para espécie. Segundo Wright (51), muitas espécies florestais alcançam grandes dimensões em seu habitat natural mas mostram maior desenvolvimento em regiões onde foram introduzidas. A este fenômeno ele dá o nome de diferença de plasticidade. Embora não hajam caracteres morfológicos ou fisiológicos que permitam identificar as espécies plásticas, o seu conhecimento é de importância para que se possa deslocar espécies de valor econômico para regiões onde se desenvolverão melhor. Pinus radiata da

California, tem um crescimento muito menor em seu habitat do que no Chile, África do Sul, Nova Zelândia e Austrália, onde foi introduzido. Eucalyptus spp. introduzidos no Brasil, possuem crescimento mais elevado do que em seu local de ocorrência natural, a Austrália.

#### 2.2.3.1 Abastecimento de sementes

Outro ponto relevante em programas de provas de espécies florestais é a disponibilidade de sementes de boa qualidade (12). Muitas tentativas de introdução de espécies, a princípio possíveis, têm fracassado por falta de sementes. No Brasil, Pinus caribaea var. caribaea apresenta ótimos resultados em certas áreas tropicais e subtropicais. Entretanto, a falta de sementes tem impedido programas de reflorestamento intensivo com esta espécie. É necessário assegurar um fornecimento contínuo de sementes das espécies que forem consideradas aptas para reflorestamento, bem como, assegurar a boa qualidade das mesmas (21). Para garantir a boa qualidade das sementes, torna-se necessário que a matriz fornecedora de sementes seja geneticamente uma árvore superior. Em geral, a ausência de órgãos especializados em coleta, preparo e armazenamento causa dificuldades para um contínuo abastecimento de sementes selecionadas.

Nos últimos anos, em alguns países, estão se multiplicando os pomares para produção de sementes a partir de clones selecionadas (12). Esta técnica tem a vantagem de concentrar a produção, além de obter sementes de alta qualidade, num período mais reduzido. A perda do poder germinativo constitui outro problema para o abastecimento de sementes destinadas a plantios florestais.

Muitas espécies florestais, principalmente as de Pinus oriundas de regiões temperadas, apresentam o fenômeno de dormência das sementes (21). As sementes neste estado não germinam facilmente sem que sejam tratadas previamente. O tratamento, muitas vezes, pode consistir num banho em água corrente por alguns dias ou em temperatura a 40C por um período de 20 a 25 dias.

Deve-se considerar que muitas espécies florestais não produzem boa safra de sementes, anualmente. É necessário efetuar armazenamento do ano de boa para outro de baixa produção, para que não se interrompa o plantio anual programado.

#### 2.2.4 Possibilidades econômicas

A introdução de espécies florestais que se destinam ao abastecimento de madeira ou que afetam o setor florestal, devem atender a requisitos econômicos (51). Não se pode prescindir de um estudo do mercado para produtos florestais no presente e sua tendência para o futuro. Kaushik e Qureshi (27), assinalam a importância da prova de espécie num plano de reflorestamento industrial e apresentam duas observações:

- a) a espécie deve prestar-se para o fim previsto;
- b) o crescimento deve ser suficiente rápido para produzir matéria prima de boa qualidade, em tempo curto e em bases econômicas razoáveis.

O rápido retorno dos investimentos florestais é importante, tanto do ponto de vista de diminuição do custo de produção, como para atender

a demanda em tempo mais curto. Mok (32), também indica que as espécies escolhidas deverão possuir propriedades que satisfaçam as exigências locais e possam oferecer rendas futuras. Um grande número de espécies pode ser aceito no início da prova, mas será limitado posteriormente em função dos resultados apresentados. Outras espécies não incluídas poderão fazer parte da prova se apresentarem indícios de boa taxa de rendimento econômico.

Uma tendência recente é de se escolher espécies que se prestam para uso múltiplo. O mercado madeireiro é relativamente instável e os produtos florestais, em geral, são obtidos a longo prazo. Torna-se difícil prever um produto que terá boa aceitação na época da colheita. Por esta razão, as espécies mais elásticas quanto a utilidade, terão preferência para introdução (30).

A significância econômica de uma espécie num país ou região, pode ser diferente para a mesma espécie em outra região (20). Pinus radiata D. Don, nos Estados Unidos, tem importância econômica muito inferior ao papel que desempenha na economia do Chile e outros países onde foi introduzida.

### 2.3 Alguns Métodos Usados na Seleção de Espécies Florestais

No passado, muitos dos métodos usados para se escolher espécies florestais, se desenvolveram de forma empírica. Atualmente os técnicos procuram métodos mais científicos. Muitos métodos tem sido desenvolvidos para selecionar árvores com características genéticas superiores dentro de uma mesma espécie (35). Para escolha de árvores

superiores, toma-se em consideração os caracteres fenotípicos da árvore: forma da copa, ângulo dos galhos, retidão do tronco, direção das fibras e capacidade de produzir sementes. Comumente, a seleção de árvores superiores em povoamentos, é feita por contagem de pontos em comparação com as demais árvores (36). Os pontos são atribuídos em função dos caracteres positivos das árvores. Estabelece-se uma contagem mínima de pontos para que a árvore seja considerada superior.

Golfari (20), para verificar adaptabilidade, procede um diagnóstico visual, baseado em experiência própria, relacionando a árvore analisada com os padrões da espécie. Altura, diâmetro, sobrevivência, forma, ramificação, conicidade, capacidade de desrama, uniformidade de crescimento, etc., são elementos observados para julgar se a espécie está adaptada.

Briscoe<sup>★</sup>, em estudo de seleção de espécies por parcelas individuais, procede do seguinte modo: a) Elimina as espécies que visivelmente estejam enfermas, inadaptadas, com ritmo de crescimento indesejável ou criticamente atacada por insetos. b) As espécies restantes são comparadas estatisticamente por pares de parcelas dentro do mesmo bloco. Freese (15), menciona que a comparação estatística entre parcelas pode ser feita pelo teste t, com a fórmula seguinte:

---

★ Comunicação pessoal, Mississippi (USA), 17 de setembro de 1970.



$$t = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n}}} = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{s_d^2}{d}}} ; \text{ com } (n-1) \text{ graus de liberdade}$$

Onde: n = número de pares de parcelas.

$s_d^2$  = variância das diferenças entre parcelas (A e B).

$\bar{X}_A$  = média da parcela A.

$\bar{X}_B$  = média da parcela B.

Em adição aos métodos descritos, testes não paramétricos para se escolher espécies prometedoras, partindo de ensaios florestais já estabelecidos, podem ser utilizados. Snedecor (42), informa que não havendo escalas suficientes para se medir os caracteres entre dois indivíduos, eles poderão ser avaliados distinguindo-se graus entre ambos.

Siegel (41), recorda que observações pouco precisas, podem ser associadas com testes de estatísticas não paramétricos e que tais testes são aplicados a escalas ordinais ou mesmo nominais. Os métodos não paramétricos permitem afirmar que a espécie florestal A possui melhor crescimento que a B, porém sem quantificar.

#### 2.4 Delineamentos Usados em Provas de Espécies

Da necessidade de se racionalizar os estudos florestais, algumas técnicas foram introduzidas nos ensaios de provas. Briscoe (7), analisando problemas de provas de campo, afirma que muitas espécies são plantadas sem que se observem as leis estatísticas e aconselha: "restringir os experimentos a um conjunto de condições bem definidas;

repetir cada conjunto de condições a serem experimentadas e plantar ao acaso para eliminar a possibilidade de influências sistemáticas ou involuntárias".

Burley (10), discutindo metodologia para provas de procedências nos trópicos, estabelece fases que poderão ser executadas simultaneamente em provas de espécie:

- a) Fase de grande amplitude de provas: Nesta fase procura-se indicar grandes regiões onde as procedências possam se adaptar e produzir bem. É um estágio onde se indicam as espécies que são possíveis de se tomarem comerciais e se eliminam, em prazo reduzido, as procedências não promissoras. Sua duração é de 1/4 a 1/2 do tempo da rotação comercial. Usa-se nesta fase, parcelas de 1 a 25 árvores e ela é recomendável para um número de 50 espécies ou mais.
  
- b) Fase de provas restritas: Esta fase é destinada a identificar regiões menores. As procedências que forneceram melhores resultados na fase a), são provadas em parcelas maiores de 49 a 169 árvores. Cinco a dez espécies são provadas nesta fase.
  
- c) Fase de cultura extensiva: As espécies que melhor se desenvolveram nas duas fases anteriores, são agora submetidas a provas em plantío normal. Usa-se, áreas de 2 a 5 hectares em cada sítio.

Barres (3), discutindo problemas de provas de espécies florestais, as classificou em três grupos: prováveis, prometedoras e possíveis. As prováveis constituem o grupo de espécies das quais se tem boas

informações bibliográficas ou as que se mostram adaptadas nas fases de provas das possíveis e prometedoras. Para ensaio das espécies dêste grupo, o autor aconselha o uso de um bloco com dimensão variável de um a dois hectares por localidade, para se ter informações volumétricas. No grupo das prometedoras se provam as espécies que mostraram boas qualidades na fase de ensaio das possíveis ou que se tem alguma referência a respeito das mesmas. Para êste grupo, aconselha um bloco de 100 a 300 árvores por espécie em duas localidades. Para o grupo das possíveis, a prova é feita com um grande número de espécies das quais não se tem nenhuma informação sôbre seu comportamento. O autor aconselha a prova em três locais, oito blocos por local e uma árvores de cada espécie por bloco. Uma compilação da FAO (16), descreve as várias fases a serem observadas em provas de espécies, em forma semelhante:

Fase 1 - Ensaio de eliminação. Utiliza-se parcelas pequenas de 1 a 25 árvores, com muitas repetições, cuja finalidade é selecionar algumas das espécies ensaiadas;

Fase 2 - Ensaio de teste. Usa-se parcelas de tamanho médio de 25 a 144 árvores ou 0,02 a 0,1 ha para um espaçamento 3 x 3 m, em parcelas quadradas. Compõe-se das espécies denominadas promissoras e das que não foram eliminadas na fase 1.

Fase 3 - Ensaio de provas. Sugere parcelas de 0,4 a 0,8 ha ou 445 a 887 árvores, em espaçamento de 3 x 3 m, considerando parcelas quadradas.

Alguns autores denominam a fase de ensaio de eliminação como sendo estágio de arboreto (14, 30). Leuchars (30), assinala três fases para provas de espécies:

- a) Estágio preliminar ou de arboreto. Testa muitas espécies em muitos sítios diferentes, com parcelas pequenas de 25 espécies no máximo. O objetivo deste estágio é obter espécies de rápido crescimento.
- b) Estágio de comportamento de espécies. Desenhado para testar um número reduzido de espécies que se mostraram mais promissoras no estágio de arboreto. O tamanho das parcelas nesta fase é em torno 0,1 acre com 60 a 120 árvores, segundo o espaçamento.
- c) Estágio de comportamento de plantações. Para as espécies de potencial comprovados, com parcelas de um a três acres, permitindo mensuração de amostras do centro das parcelas, com o objetivo de fornecer dados quantitativos.

Alguns estudos demonstram que a prova de espécie deve obedecer a seguinte ordem: introdução de árvores isoladas, parcelas de ensaio, e plantio em grande escala nos locais de maior desenvolvimento das provas (12).

Morandini (33), divide as provas de espécies em três etapas: ensaios de eliminação de espécies, dispostos em pequenos grupos e muitas repetições; estabelecimento de uma rede de parcelas experimentais das espécies mais interessantes, em escalas suficientes para se ter informações de volume/área; e, finalmente, ensaios das prometedoras,

para averiguar as que melhor se adaptam as condições da região de re-florestamento.

## 2.5 Delineamento por Parcelas Individuais

Por razões de ordem técnica e econômica, alguns estudos genéticos ou destinados a obter informações preliminares de espécies de rápido crescimento, têm usado parcelas individuais. Neste tipo de delineamento, cada árvore florestal é considerada uma parcela experimental e o espaçamento entre elas é fixado arbitrariamente, em função da espécie e do objetivo de experimento (40).

O período de duração das provas por parcelas individuais é variável. Shiue e Scott (40), dizem que esta fase deve durar de cinco a dez anos, dependendo do crescimento e espaçamento inicial. Briscoe (8), assinala que a fase deve-se estender até que as árvores tenham 15 cm de diâmetro comercial mínimo, sem consideração do tempo. Wakeley e Bercan (48), estudando procedência de espécies, determinaram que para Pinus taeda L, conclusões entre 10 a 20 anos é prematuro e aconselham a idade de 35 anos para se obter uma informação confiável a respeito da melhor procedência para uso comercial.

Para que as informações obtidas por parcelas individuais tenham validade em análises de crescimento por métodos estatísticos, é necessário que as árvores sejam aleatorizadas dentro dos blocos (40) e que os blocos sejam repetidos dentro e entre vários sítios. Wright e Freeland (50), estudando precisão estatística em função do tamanho das parcelas, notaram que em cinco dos seis talhões de Pinus spp. estudados,

havia perda de informações por árvore, a medida que se aumentava o tamanho das parcelas. Considerando as parcelas individuais com eficiência de 100%, as parcelas de quatro árvores apresentaram 50% e as de 100 árvores 12 a 13% de eficiência estatística.

Briscoe (8), em Porto Rico, em estudos de melhoramentos de espécies, utilizou o delineamento de parcelas individuais com uma espécie para cada fila em curva de nível. Havia 16 filas em cada bloco, três blocos por local e 8 locais por sítio; resultando um total de 384 árvores por espécie. Para estudos mais restritos, o número de árvores pode diminuir com a eliminação de blocos por local.

Parcelas individuais podem ser usadas também para estudos de incremento volumétrico em povoamentos coetanos (25). Viro (47), assinala que o tamanho das unidades experimentais pode ser reduzido até que não prejudique a precisão dos experimentos, mas que parcelas individuais são usadas frequentemente em experimentos a curto prazo. Contudo, é provável que se possa usá-las em povoamentos velhos, no futuro.

Para obtenção de informações iniciais com espécies "possíveis", Barres (3) sugere três localidades, oito blocos por localidade e uma árvore individual de uma espécie por bloco, dispondo aleatoriamente as árvores dentro dos blocos.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Localização do Experimento

O experimento está localizado dentro da área do Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA (IICA), Turrialba, Costa Rica, em três sítios denominados, "Florençia Sur", "Puente Cajón" e "Bajo San Lucas". Pela classificação ecológica de Holdridge (23), a área situa-se na formação "bosque premontano muy humedo".

Segundo dados da estação meteorológica do IICA (24), situada a 602 metros de altitude, 80º 38' de longitude oeste e 9º 53' latitude norte, o clima geral da área se caracteriza por uma temperatura média anual de 22,3ºC (dados de 11 anos), média das mínimas 17,4ºC e média das máximas 27,2ºC. A precipitação média anual é de 2.617 mm (dados de 25 anos). O período mais chuvoso inicia-se em maio e termina em dezembro. O mês mais seco é março, com precipitação média de 78,2 mm e o mais chuvoso é dezembro com 312,9 mm. A umidade relativa média é de 87,7 por cento.

#### 3.2 Características dos Sítios do Experimento

##### 3.2.1 "Florençia Sur"

Antes da instalação do experimento, o sítio foi usado para cultura de café e abandonado quando a fertilidade era crítica. A vegetação existente na época do estabelecimento era: Panicum maximum (Gramineae); Erythrina spp. (Leguminosae) e Cecropia spp. (Moraceae). Segundo Hardy (22), o solo deste sítio pertence a

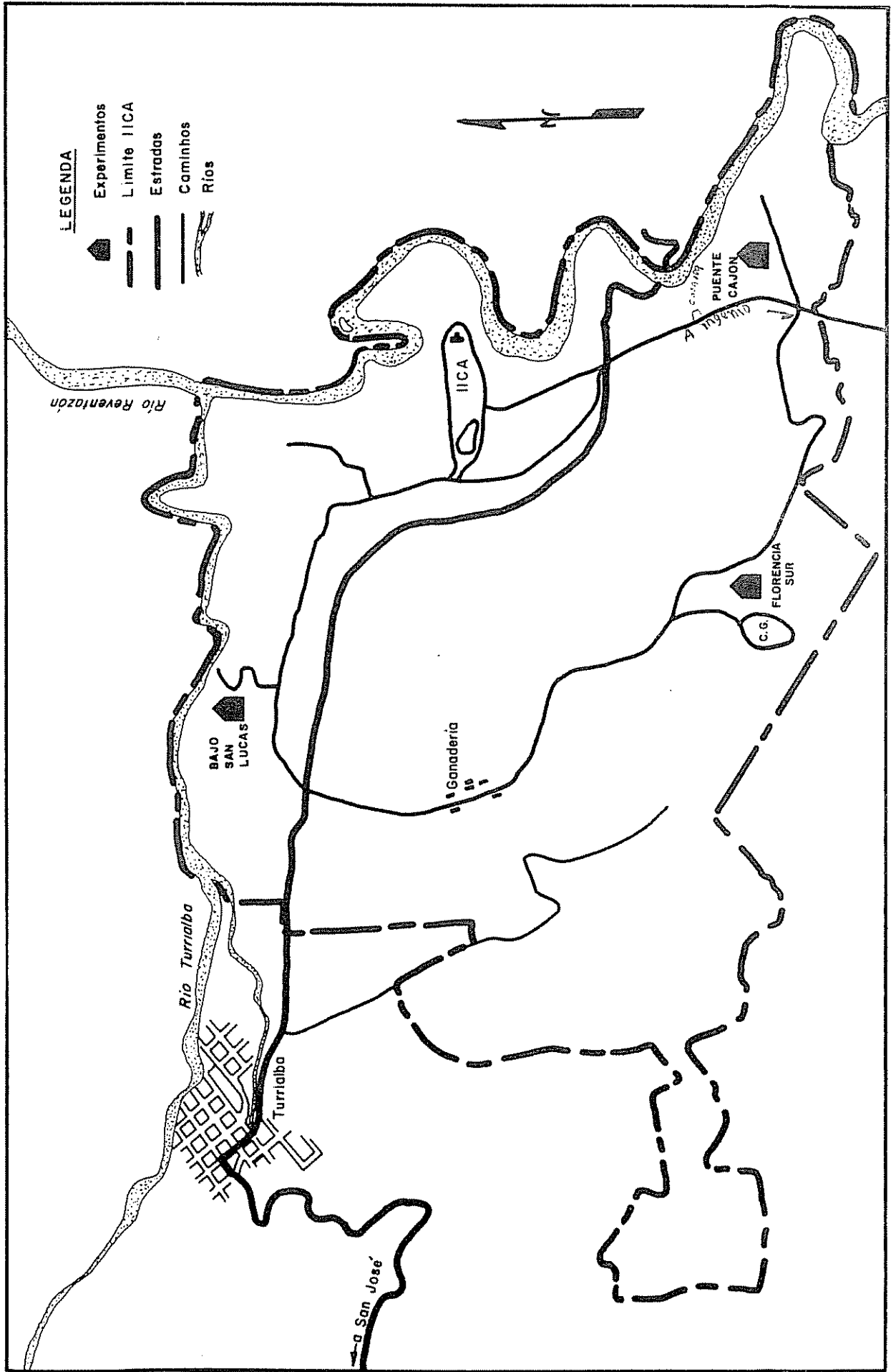


Fig. 1. Localizações dos 3 sítios do experimento original de 77 espécies - procedências



série "Cervantes", sendo um solo franco-argilo-arenoso. A análise química do solo desta série é apresentada pelo Quadro 1.

Quadro 1. Composição química dos solos da série Cervantes, segundo Hardy (22).

Perfil	Profundidade (cm)	pH 1:1 H <sub>2</sub> O	N %	CTC <sup>✱</sup> me/100g	Bases trocáveis me/100g			Saturação de bases (%)	Ca/Mg	Ca <sup>+</sup> /Mg
					Ca	Mg	K			
Solo	0-30	5,6	0,81	55	12,2	1,7	0,56	26	7,1	24,8
Sub-solo	30-60	5,7	0,69	50	10,7	1,2	0,41	25	8,1	29,0

✱ Capacidade de troca de cations.

Dondoli e Torres (13), descrevem o perfil de solo da série Cervantes, conforme se segue:

0 - 20 cm - Côr negra quando úmido e cinza pardo quando sêco. Franco-arenoso, estrutura granular, poroso e permeabilidade de média a rápida. Quando úmido é untoso e não adesivo ao tato. Possui alto teor de "humus". As raízes se desenvolvem profundamente nêste horizonte.

20 - 30 cm - Pardo amarelo quando úmido e pardo amarelo claro quando sêco. É pouco mais argiloso que a camada anterior. A permeabilidade é moderada. Ligeiramente plástico quando úmido e suave quando sêco.

> 30 cm - Lava andesítica pouco meteorizada porosa, apresentando material areno-granuloso nos interstícios que formam as fraturas.

### 3.2.2 "Puente Cajon"

Em épocas remotas o sítio "Puente Cajon" foi uma floresta secundária que se transformou depois em área de cultura de cana de açúcar. Ao baixar sua fertilidade o sítio foi abandonado e invadido por Gramineas e espécies pioneiras. A vegetação predominante na ocasião do estabelecimento do experimento era constituída de arbusto e gramas: Mimosa spp. (Mimosaceae), Crotalaria sagittalis (Papilionaceae), Ipomea spp. (Convolvulaceae), Solanum spp. (Solanaceae), Saccharum officinarum (Graminea). A análise química do solo de "Puente Cajon" está descrita no Quadro 2. Segundo Hardy (22), este solo pertence a séria "La Margot", sendo um solo franco-argilo-arenoso.

Quadro 2. Composição química dos solos do sítio "Puente Cajon", segundo Salazar (38).

Perfil	Profundidade (cm)	pH 1:1 H <sub>2</sub> O	MO <sup>*</sup>	N %	C/N	CTC <sup>**</sup> Me/100g	Bases trocáveis			p ppm
							Me/100g Ca	Mg	K	
Solo	0-25	6,2	6,23	0,33	10,97	29,99	11,10	2,40	1,76	3,50
Sub-solo	25-40	5,8	1,94	0,21	5,38	28,99	10,40	2,40	1,37	2,30

\* Matéria orgânica

\*\* Capacidade de troca de cations

O perfil do solo é descrito a seguir (38):

0 - 25 cm - Estrutura moderada com blocos sub-angulares, sendo friável quando úmido e aderente quando molhado. <sup>Textura</sup> ~~Estrutura~~ argilosa e cor cinza pardo escuro quando úmido.

25 - 35 cm - Estrutura de grossa a média sub-angulares; consistência firme quando úmido e muito aderente quando molhado. Textura argilosa com presença de pedregulho de 2 a 3 cm de diâmetro e cor pardo escuro quando úmido.

> 35 cm - Estrutura grossa e média, blocos sub-angulares, consistente quando úmido e presença de rocha friável. Aderente e plástico quando molhado. Textura argilosa e cor amarela parda escura quando úmido.

### 3.2.3 "Bajo San Lucas"

Antes de se estabelecer o experimento, o terreno era coberto por um bosque secundário em formação, com vegetação arbustiva e herbácea de Erythrina spp., Croton spp., Musa ensete, Commelina diffusa, Ipomoea spp., Iresine celosia.

Os solos deste sítio, segundo Dondoli e Torres (13), correspondem a série "Miscelanea" e dentro dela, Hardy (22) a classifica como "Banco Arenoso". Sua composição química é apresentada no Quadro 3.

Quadro 3. Composição química dos solos do sítio "Bajo San Lucas", segundo Salazar (38).

Perfil	Profundidade (cm)	pH 1:1 H <sub>2</sub> O	MO <sup>*</sup>	N %	C/N Me/100g	CTC <sup>**</sup> Me/100g	Bases trocáveis			p ppm
							Ca	Mg	K	
Solo	0-25	5,8	5,16	0,31	9,68	33,99	10,30	3,45	2,27	1,9
Sub-solo	25-40	5,4	3,96	0,17	12,65	31,99	8,70	2,96	1,23	1,7

\* Matéria orgânica

\*\* Capacidade de troca de cations.

Descrição do perfil do solo (38)

- 0 - 50 cm - Estrutura em blocos sub-angulares, médio e pequeno. Consistência friável quando úmido, aderente e plástico quando molhado. Textura argilosa e cor cinza pardo escuro quando úmido.
- 50 - 75 cm - Estrutura média e blocos sub-angulares. Aderente e plástico quando molhado, débil e firme quando úmido. Textura argilosa com poucos elementos maiores que dois milímetros.
- > 75 cm - Abundância de material rochoso.

3.3 Descrição do Experimento Original

O experimento que deu origem ao presente trabalho foi estabelecido em agosto de 1968 pelo Dr. Barres, então silvicultor do Departamento de Ciências Florestais do IICA. O delineamento usado foi de parcelas individuais. Em cada um dos três sítios, estabeleceu-se quatro blocos: dois sem tratamentos e dois adubados, ou sejam, duas repetições por sítio. Os blocos adubados, alternavam sistematicamente com os blocos não adubados. Cada bloco continha um total de 77 espécies-procedências em parcelas individuais. Para efeito de reunir características semelhantes e de reduzir interferência de espécies de rápido sobre as de lento crescimento, fez-se um agrupamento de algumas parcelas ou árvores dentro dos blocos.

Deste modo, formou-se grupos de:

<u>Pinus</u>	<u>Gmelina</u>
<u>Araucaria</u>	<u>Tectona</u>
<u>Eucalyptus</u>	<u>Albizzia</u>
<u>Melinceas</u>	<u>Acrocarpus</u>
<u>Bombacaceas</u>	Outros.
<u>Terminalias</u>	

A disposição dos agrupamentos dentro dos blocos, foi estabelecida ao acaso, pelo uso da tábua de números aleatórios. A distribuição das árvores dentro dos agrupamentos foi também procedida ao acaso.

O número total de árvores-parcelas do experimento foi de 924: 77 espécies-procedências em parcelas individuais, dois blocos com duas repetições em três sítios.

Dois blocos de cada sítio foram adubados com NPK, na proporção de 20,20,0. Nos outros dois blocos não se efetuou nenhum tratamento. A aplicação do adubo foi por cobertura em tórno das árvores.

Aplicou-se 250 gr/ano/árvore durante o primeiro ano, distribuídas em 4 aplicações de 62 gramas de fertilizante, em cada intervalo de três meses. Durante o segundo ano, aplicou-se 500 gramas de fertilizante por árvore, em 4 aplicações de 125 gramas, para o mesmo intervalo.

O preparo do terreno para plantío, consistiu numa roçada da vegetação arbustiva e num coroamento no local das covas. As covas tiveram 15 a 20 cm de profundidade e iguais dimensões em largura. O

espaçamento usado foi de 3 x 3 m em quadrados. Mensalmente ou sempre que necessário efetuou-se uma roçada da vegetação daninha, com o objetivo de eliminar a concorrência pela luz e nutrientes entre esta e as espécies em provas.

### 3.4 Tomada de Dados

#### 3.4.1 Dados quantitativos

No experimento, instalado a 14 de agosto de 1968, foram realizadas seis medições de altura e diâmetro que são as seguintes:

1. A 10 de janeiro de 1969, ou seja, 5 meses após o plantio
2. " 28 de abril de 1969, " " 8 " " " "
3. " 23 de julho de 1969, " " 11 " " " "
4. " 25 de outubro de 1969, " " 14 " " " "
5. " 11 de janeiro de 1970, " " 17 " " " "
6. " 14 de agosto de 1970, " " 24 " " " "

A altura foi tomada a partir da primeira medição desde o solo até o broto terminal. Quando a árvore-parcela se apresentava com a parte superior da copa morta, media-se até o ponto em que a planta estivesse viva. Como consequência, muitas árvores, como nas Meliaceas, apresentaram-se com altura inferior à medida efetuada anteriormente porque com frequência eram atacadas pela Hypsipyla grandella. As árvores-parcelas que se apresentavam com dois ou mais troncos, tomou-se para medição a que tivesse o tronco mais grosso, o qual sempre correspondia a maior altura. Isto ocorreu frequentemente com os

grupos Gmelina e Terminalia.

A medida de diâmetro foi tomada a altura do peito (DAP), a 1,30 m do solo. As árvores-parcelas que na época de cada medição se apresentassem com DAP inferior a um centímetro, não eram consideradas. Como consequência, na primeira medição, não se efetuaram medidas de diâmetros. As medidas de diâmetros se processaram a partir da segunda medição em 28 de abril de 1969. Para as medições das alturas usou-se uma vara graduada e para diâmetro uma fita diamétrica.

#### 3.4.2 Dados qualitativos

A tomada de dados qualitativos foi dirigida para um dos objetivos principais do presente estudo que é o de estabelecer uma metodologia para selecionar as melhores espécies florestais. Por melhores espécies, entende-se as espécies-procedências do experimento original que na ocasião da última medição tivesse um crescimento em altura e diâmetro, relativamente rápido e uma forma e sanidade que demonstrassem boa adaptação ao meio ambiente e resistência ao ataque de pragas.

Para se estabelecer uma ordem de melhores espécies, foi feita uma apreciação visual da altura, diâmetro, forma e sanidade dentro de cada sítio. A execução dos trabalhos de classificação das espécies se efetuou por três grupos, compostos cada um por três ou quatro membros: estudantes, professor e funcionário do Departamento de Ciências Florestais do IICA. Cada grupo se encarregou da análise visual

de um dos três sítios a foram assim constituídos:

- Grupo 1 - "Florençia Sur" - Um professor e dois estudantes graduados.
- Grupo 2 - "Puente Cajon" - Quatro estudantes graduados.
- Grupo 3 - "Bajo San Lucas" - Três estudantes graduados e um auxiliar de campo do Departamento de Ciências Florestais.

O trabalho dos grupos no campo, consistiu em classificar visualmente, as melhores árvores dentro de cada bloco, em um intervalo de 1 a 25, em ordem de melhores espécies. As árvores que ocupavam o limite acima de 25 foram despresadas porque, visivelmente, não apresentavam crescimento satisfatório em nenhum dos sítios. Os critérios usados para rejeitar as espécies procedências do experimento original que não apresentavam crescimento rápido, foram: a) sobrevivência de pelo menos 50% em cada sítio; b) altura e diâmetro fora do intervalo de 1 a 25, segundo a classificação visual e c) ataque de insetos, sobretudo de Hypsipyla grandella nas Meliaceas.

Para cada grupo foram distribuídos 12 formulários, contendo a localização das espécies-procedências nos blocos: um para diâmetro, um para altura e outro para forma e sanidade. Em cada bloco ou grupo, se escolhia a espécie correspondente a maior árvore quanto a altura e a indicava com o número 1. Para a árvore indicada, visualmente, como tendo a altura imediatamente inferior a maior, se lhe atribuía o número 2. Assim se procedeu sucessivamente, até a árvore colocada em



25º lugar. O mesmo critério foi seguido para classificação diamétrica, dentro dos mesmo blocos. Uma vez escolhidas as melhores 25 espécies quanto a altura e diâmetro, dentro de cada bloco, determinou-se o estado da forma e sanidade de cada uma dessas árvores-parcelas, com o objetivo de obter uma classificação com as quatro variáveis: altura, diâmetro, forma e sanidade.

No processo de determinação da forma e sanidade, entraram aproximadamente, 27 a 30 árvores por bloco porque algumas árvores colocadas entre as 25 em altura não se encontravam entre as 25 colocadas em diâmetro e vice-versa. O estado de sanidade e a forma foram classificados como Boa, Regular e Pé.

### 3.5 Análises dos Dados

#### 3.5.1 Análise dos fatores que influem na variabilidade da altura das espécies.

Um dos objetivos principais desta análise foi determinar o grau de influência das diferentes fontes de variação sobre a altura das espécies. O ponto mais importante seria determinar a contribuição do efeito de fertilizante no ensaio de parcelas individuais, para se decidir quanto a possibilidade de se confundir tal efeito e efetuar as demais análises, baseando-se em quatro repetições por bloco ao invés de duas e dois tratamentos.

A altura, tomada na última medição de 14 de agosto de 1970, foi a variável usada para determinação dos componentes de variância. As

espécies usadas foram as 25 indicadas como as melhores em crescimento, para os três sítios, pelo método da "ordem do escore quantitativo". Os efeitos das diferentes fontes de variância foram determinados pelas seguintes fórmulas:

$$\frac{\hat{\sigma}_1^2}{\hat{\sigma}_{n^*}^2} \times 100 = \text{Componentes de variância do sítio.}$$

$$\frac{\hat{\sigma}_2^2}{\hat{\sigma}_n^2} \times 100 = \text{" " " " tratamento.}$$

$$\frac{\hat{\sigma}_3^2}{\hat{\sigma}_n^2} \times 100 = \text{" " " de repetição dentro de sítio.}$$

$$\frac{\hat{\sigma}_4^2}{\hat{\sigma}_n^2} \times 100 = \text{" " " da espécie-procedência.}$$

$$\frac{\hat{\sigma}_5^2}{\hat{\sigma}_n^2} \times 100 = \text{" " " da interação sítio e tratamento.}$$

$$\frac{\hat{\sigma}_6^2}{\hat{\sigma}_n^2} \times 100 = \text{" " " " " " com tratamento.}$$

$$\frac{\hat{\sigma}_7^2}{\hat{\sigma}_n^2} \times 100 = \text{" " " " " " e espécie}$$

$$\frac{\hat{\sigma}_8^2}{\hat{\sigma}_n^2} \times 100 = \text{" " " " " " , espécie e tratamento.}$$

$$\frac{\hat{\sigma}_9^2}{\hat{\sigma}_n^2} \times 100 = \text{" " " dos componentes aleatórios (erro).}$$

$$\hat{\sigma}_{n^*}^2 = \hat{\sigma}_1^2 + \hat{\sigma}_2^2 + \dots + \hat{\sigma}_9^2$$

### 3.5.2 Análise de tendência

Por meio desta análise, se obteve a taxa de incremento em altura e diâmetro, por espécie, durante os dois primeiros anos iniciais

do experimento. O modelo matemático usado foi:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i + \epsilon_i, \text{ onde,}$$

$X_i$  = Tempo em meses

$Y_i$  = Variável de resposta ou crescimento em altura e diâmetro.

$\beta_0$  = Ponto onde a curva corta o eixo de crescimento, quando  $X = 0$

$\beta_1$  = Taxa de incremento em altura ou diâmetro para cada unidade da variável independente (Y).

$\beta_2$  = Taxa de modificação de  $\beta_1$

$\epsilon_i$  = Componente aleatório ou erro.

Da equação de 2<sup>a</sup> ordem, pode-se obter o máximo ou mínimo, simplesmente derivando a função com respeito a  $X_i$ . Com os valores máximos e mínimos determinam-se os pontos onde as alturas e diâmetros sofrem modificações na tendência da curva de crescimento.

### 3.5.3 Análise discriminatória

Com o objetivo de se avaliar a importância das variáveis altura, diâmetro, forma e sanidade, no processo visual e quantitativo, procedeu-se uma análise discriminatória ou análise dos fatores múltiplos. Desta análise foram obtidos os coeficientes discriminatórios, considerados neste estudo como o primeiro "Factor loading". Tais coeficientes são as ponderações de cada variável para fins classificatórios. As quatro variáveis em estudo podem ser representadas por  $X = (x_1, x_2, x_3, x_4)$ . Os coeficientes discriminatórios foram obtidos pela combinação das quatro variáveis expressas numa matriz de

correlação:

$$X = \alpha \Gamma + \epsilon, \text{ onde,}$$

$\alpha$  = variável não aleatória, não observável.

$\Gamma$  = matriz de constante ou "factor loading"

$\epsilon$  = componentes aleatórios.

### 3.5.3.1 Obtenção do escore compôsto para classificar as espécies

Após a discriminação das variáveis, estabeleceu-se um escore compôsto para classificar as espécies-procedências por ordem de sequênciade melhores espécies. Tal escore foi obtido pela inter-relação entre as quatro variáveis em estudo e os respectivos coeficientes discriminatórios. Os valôres das variáveis altura e diâmetro que entraram no jôgo para se conseguir o escore compôsto classificador, foram obtidos por medidas dendrométricas, para a análise quantitativa. Para análise qualitativa, os valôres foram os correspondentes a posição alcançada pela espécie-procedência dentro do intervalo de 1 a 25, estimados visualmente. Assim, uma espécie que foi classificada em 2º lugar, em altura, pela classificação visual, se lhe atribuía o valor 24 para altura. Se outra espécie fôsse classificada em 24º lugar, na mesma classificação visual, receberia o valor 2 para altura. O mesmo critério foi feito com relação ao diâmetro. Com respeito a forma e sanidade, em ambas as análises, os valôres foram os correspondentes a classificação subjetiva em que lhes foram atribuídos os valôres de boa = 3, regular = 2 e má = 1. O escore foi obtido pelo seguinte modelo matemático:

$$S_i = a_1 z_{1i} + a_2 z_{2i} + a_3 z_{3i} + a_4 z_{4i}$$

onde,

$S_i$  = índice ou escore compôsto para os indivíduos "i"

$a_i$  = componente "i" do primeiro "factor loading"

$z_{ki}$  = variável padronizada para o indivíduo "i"

Tôdas as análises do presente trabalho foram processadas pelo computador eletrônico IBM - 40K.

### 3.6 Métodos Testados para Seleção das Espécies-Procédências

Com o objetivo de se encontrar métodos para seleção de espécies de rápido crescimento inicial, foram testados seis métodos, sendo cinco quantitativos e um visual. Os métodos foram denominados:

#### 1) Ordem do escore qualitativo

Este método foi formado, tomando-se em conta o escore compôsto já descrito na seção anterior. As variáveis que entraram na análise foram diâmetro, altura, forma e sanidade; e os valores numéricos foram as posições que lhes corresponderam pela observação visual, dentro do intervalo de 1 a 25, para as alturas e diâmetros. Para forma e sanidade, entraram os valores correspondentes a boa, regular e má, também já discutidos na seção anterior. O valor mais alto dentro do escore, representou a espécie-procedência de melhor crescimento. Fez-se uma classificação das 25 melhores espécies, para cada sítio e uma geral para os três sítios.

2) Ordem do escore quantitativo

A elaboração deste método foi idêntica ao anterior, excepto com respeito aos valores das variáveis diâmetro e altura que foram as medidas dendrométricas obtidas com fita métrica e vara graduada, na última medição de 14 de agosto de 1970. Os valores para forma e sanida de foram os mesmos que entraram na elaboração do escore visual. Com o escore obtido, fez-se uma classificação das 25 espécies-procedências de mais rápido crescimento, para cada sítio e uma geral para os três sítios.

3) Magnitude da taxa de incremento em altura

Para a obtenção do método usou-se os coeficientes lineares ( $b_1$ ) da função de crescimento em altura. Os coeficientes foram obtidos na análise de tendência. O maior coeficiente  $b_1$  representou a espécie de melhor crescimento inicial. Esta espécie foi classificada em primeiro lugar. Com os coeficientes efetuou-se a classificação das 25 melhores espécies-procedências, somente por sítio.

4) Magnitude da taxa de incremento diamétrico

O método foi obtido pela conjugação dos coeficientes lineares ( $b_1$ ) e quadráticos ( $b_2$ ) da função de crescimento diamétrico. Esta conjugação - ao contrário do que ocorreu na função altura - foi necessária porque houve grande quantidade de coeficientes  $b_2$  negativos que modificavam a tendência linear da curva. Observando os sinais e a magnitude de  $b_1$  e  $b_2$ , elaborou-se a classificação das 25 melhores espécies-procedências em crescimento diamétrico, apenas por sítio.

#### 5) Ordem das médias das alturas

Considerando-se a última medição, tirou-se a média, em altura, das quatro repetições por espécie, dentro dos sítios. Com estas médias fez-se a classificação das 25 espécies-procedências de maior crescimento médio, somente por sítio. Como exemplo, uma espécie no sítio "Florençia Sur", apresentou as seguintes medidas em altura: Bloco I = 8,00, Bloco II = 10,00, Bloco III = 10,50 e Bloco IV = 11,50. A média seria 10,00 metros. Procedendo assim com todas as espécies-procedências, obteve-se uma classificação das mesmas por sítio. Desta classificação extraiu-se as 25 médias mais altas.

#### 6) Ordem das alturas absolutas

Este método foi elaborado pela comparação direta entre as alturas de todas as espécies-procedências na última medição. A espécie que apresentasse a maior altura, dentro de cada sítio, era colocada em primeiro lugar da classificação. Como haviam 4 repetições por sítio, era possível que a mesma espécie-procedência, classificada em primeiro lugar, voltasse a se classificar em segundo, terceiro, etc. Neste caso, considerava-se apenas, a classificação mais alta. Com as maiores alturas, procedeu-se a classificação das 25 maiores espécies, dentro de cada sítio.

#### 3.6.1 Comparação entre os métodos descritos

Todos os métodos foram comparados com o "método do escore quantitativo". Fixou-se este método como comparador ou padrão porque supôs-se que êle era o mais confiável. Para a obtenção do escore

compôsto que lhe deu origem, entraram as variáveis altura e diâmetro, medidas com aparelhos de relativa precisão. A comparação entre todos os métodos com o padrão foi feita por dois processos: 1) pelo cálculo da eficiência relativa e 2) pela análise de correlação.

O cálculo da eficiência relativa foi feita com base no número de coincidência entre o método testado e o padrão. Quando uma espécie-procedência ocupava a mesma posição no método padrão e no comparador, havia uma coincidência. Para o presente estudo, considerou-se também coincidência, a espécie-procedência, cuja diferença de posição entre o método padrão e o comparado fôsse igual ou inferior a 2. Como exemplo de coincidência, supõe-se que uma espécie tenha ocupado o 2º lugar na classificação pelo método padrão e o 3º ou 4º em outro método qualquer. Nêstes casos houve coincidência. Se a mesma espécie ocupasse o 5º lugar, não haveria coincidência. Com o número de coincidência entre cada método e o padrão, calculou-se a eficiência relativa para cada sítio, com a seguinte fórmula:

$$Er = \frac{Nc}{Nt} \times 100, \text{ onde,}$$

Er = Coincidência relativa

Nc = Número de coincidência entre cada método e o padrão, por sítio.

Nt = Número total de espécie classificada por sítio = 25.

Calculada a eficiência relativa de cada sítio, obteve-se a eficiência relativa de um método, pela soma das respectivas eficiências relativas parciais dos sítios.



Para comprovar o cálculo da eficiência dos métodos, foi feita uma análise de correlação entre o método padrão e todos os outros testados, para todos os sítios.

#### 4. RESULTADOS

No presente capítulo são apresentados os resultados obtidos neste estudo, obedecendo a seguinte sequência: Influência dos vários fatores sobre a variabilidade da altura das árvores; taxa de incremento em altura e diâmetro; aspectos sanitários e morfológicos das espécies; e, comparação dos resultados dos seis métodos estudados.

##### 4.1 Variabilidade Relativa dos Vários Fatores que Influenciaram o Crescimento em Altura

O desenvolvimento de qualquer espécie florestal, assim como a de qualquer ser vivo, pode ser explicado pelos diversos fatores que contribuem para a variação total do crescimento. Nesta seção são analisados alguns dos fatores que contribuíram para o crescimento em altura, das espécies-procedências do experimento original. Os resultados da análise dos componentes de variação são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4. Componentes de variância relativa dos fatores que influenciaram o crescimento em altura.

Fontes de variação	G.L.	Variabilidade relativa (%)
Sítio	2	50,00
Repetição/sítio	3	1,68
Tratamento	1	1,12
Espécie	24	8,82
Sítio x espécie	48	7,80
Sítio x tratamento	2	0,39
Tratamento x espécie	24	0,00
Sítio x tratamento x espécie	48	0,00
Componentes aleatórios	149	30,19
Total	299	100,00

A variabilidade relativa expressa em porcentagem, traduz a magnitude de contribuição de cada fator. O crescimento em altura, no conjunto das três localidades, respondeu com 50,00% ao efeito do fator sítio. Isto se explica pela elevada fertilidade de dois dos sítios onde se encontram as espécies experimentais.

Os sítios "Florençia Sur" e "Bajo San Lucas" apresentam médias, em altura, de 8,5 e 8,2 metros, respectivamente. A influência foi grandemente negativa no sítio "Puente Cajon", que apresentou crescimento médio de 4,5 metros em altura em os dois anos iniciais do experimento.

O segundo fator a contribuir em magnitude de influência foi o erro: 30,19%. Esta alta influência foi motivada pelos vários agentes incontroláveis como: interações entre efeitos principais, condições do meio ambiente, fatores genéticos, micro-sítios e outros.

Outro fator que contribuiu significativamente foi o efeito da "espécie". A resposta ao crescimento em altura sob a influência da espécie foi de ordem de 8,82%. Justifica-se esta contribuição porque as espécies-procedências analisadas foram as de maior crescimento. Como consequência, foram também estas que possuíam melhor potencial genético. Pode-se interpretar também como positivo, o efeito da interação entre sítio e espécies, com uma participação de 7,80% na variância total do crescimento em altura.

O "fertilizante", importante fator sob o ponto de vista econômico, não contribuiu significativamente para o crescimento em altura. Participou com a baixa cifra de 1,12%. Todas as demais fontes de variação não

contribuíram significativamente para a variação do crescimento em altura.

A interação entre sítio, tratamento e espécie, bem como, a de tratamento com espécie, tiveram contribuição nula no processo de crescimento.

#### 4.2 Taxa de Incremento em Altura em Função do Tempo

Nesta seção são apresentados os parâmetros estimados de 25 curvas de incremento em altura, para cada sítio. Tais curvas representam o desenvolvimento das 25 melhores espécies, indicadas pelo método da "Magnitude da taxa de incremento em altura". Para melhor ilustrar a tendência do crescimento, foram traçadas algumas curvas de crescimento relativas a cada sítio. Os dados utilizados para obtenção das curvas foram extraídos das seis medições em altura, realizadas durante os dois primeiros anos de vida das espécies. As equações de crescimento são resultantes das médias de quatro repetições em cada sítio, por espécie-procedência. Não havendo efeito significativo de tratamento (Quadro 4), foi possível englobar as duas repetições tratadas com as duas não tratadas.

##### 4.2.1 Estimação das curvas de crescimento em altura para o sítio "Puente Cajon"

Este item trata especificamente da apresentação dos parâmetros correspondentes ao crescimento em altura e alguns gráficos representativos do desenvolvimento das espécies-procedências no sítio "Puente Cajon", mostrados pelo Quadro 5 e pela Figura 2.

Quadro 5. Parâmetros estimados das curvas de crescimento em altura, tomando-se a função de 2º grau, para "PUENTE CAJON"

(n)	Espécie	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2(\%)$	AM
29	<i>Toona ciliata</i> var. <i>australis</i>	-0,628	0,230	0,003	91,92	2,896
75	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	0,240	0,223	0,002	70,78	2,308
76	<i>Anthocephalus cadamba</i>	0,270	0,198	0,004	82,65	1,950
74	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	0,366	0,190	0,004	85,06	2,412
73	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	0,195	0,189	0,003	62,05	2,042
41	<i>Ochroma lagopus</i>	0,442	0,186	0,005	88,03	2,329
53	<i>Tectona grandis</i>	0,300	0,171	0,004	95,07	2,183
45	<i>Terminalia ivorensis</i>	0,712	0,165	0,003	82,09	2,371
67	<i>Schizolobium parahybum</i>	0,496	0,162	0,005	81,63	2,350
58	<i>Fraxininus uhdei</i>	0,345	0,160	0,001	48,04	1,596
40	<i>Ceiba pentandra</i>	0,566	0,158	-0,002	79,39	1,683
71	<i>Hibiscus elatus</i>	0,804	0,151	0,002	97,39	2,250
48	<i>Terminalia myriocarpa</i>	0,906	0,150	0,004	96,74	2,388
49	<i>Gmelina arborea</i>	0,870	0,148	0,003	87,84	2,383
24	<i>Eucalyptus deglupta</i>	0,996	0,146	0,007	87,17	2,765
52	<i>Gmelina arborea</i>	0,729	0,146	0,003	93,26	2,308
5	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	0,760	0,143	0,003	83,83	2,283
47	<i>Terminalia ivorensis</i>	0,908	0,139	0,003	85,17	2,042
43	<i>Terminalia ivorensis</i>	0,406	0,137	0,003	60,18	1,833
22	<i>Eucalyptus robusta</i>	0,749	0,134	0,004	73,42	2,267
38	<i>Ceiba pentandra</i>	0,791	0,134	0,001	79,88	1,996
51	<i>Gmelina arborea</i>	0,787	0,128	0,004	95,91	2,196
15	<i>Eucalyptus saligna</i>	0,734	0,126	0,005	93,52	2,312
55	<i>Tectona grandis</i>	0,263	0,115	0,006	87,25	1,887
25	<i>Eucalyptus alba</i>	0,833	0,110	0,005	51,06	2,242

$b_0$  = ponto em que a curva corta o eixo dos Y, quando  $X = 0$

$b_1$  = taxa de incremento linear ou velocidade de crescimento

$b_2$  = taxa de transformação de  $b_1$  ou aceleração do crescimento

AM = altura média

$R^2$  = coeficiente de determinação

(n) = número correspondente a procedência (ver apêndice).

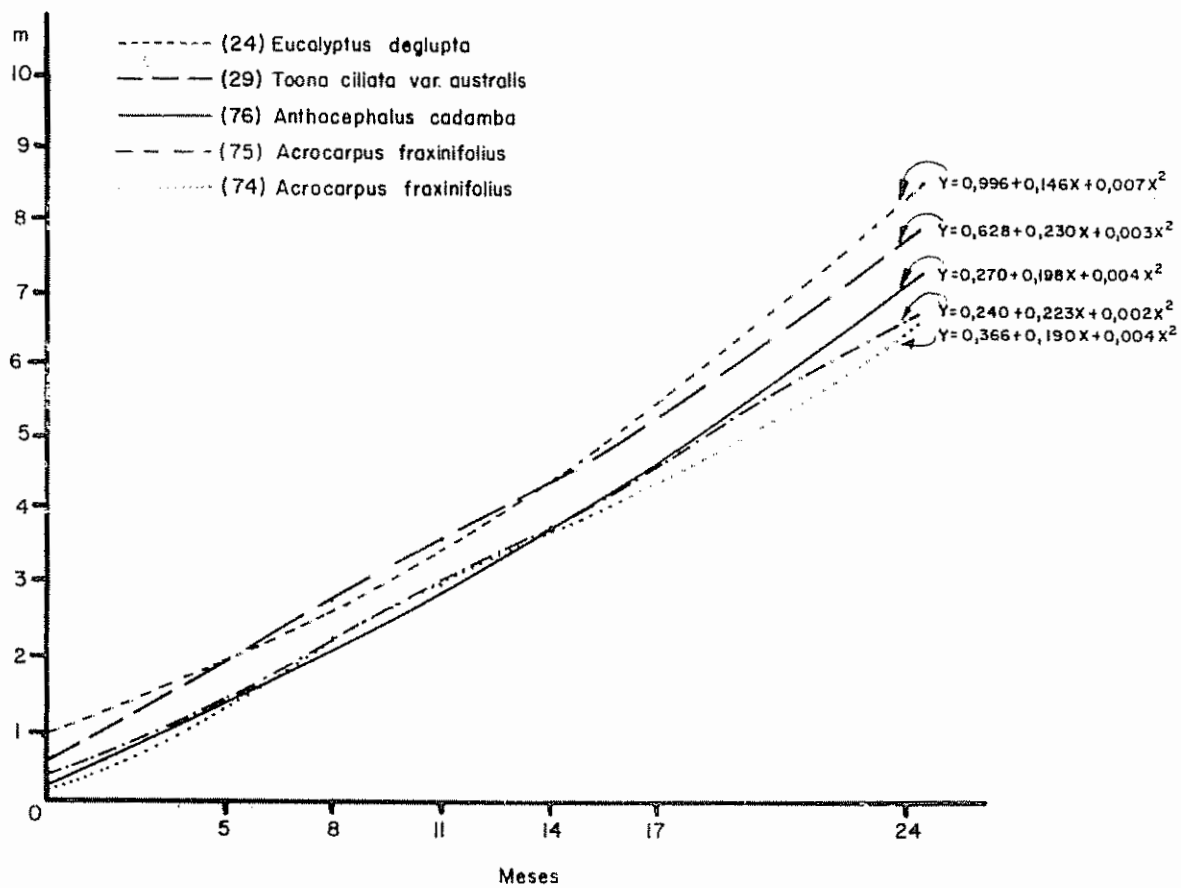


Fig 2. Curvas de crescimento em altura para algumas espécies-procedências de "Puente Cajón"

Observando o Quadro 5, deduz-se que o crescimento em altura, para "Puente Cajon", apresenta-se um tanto pobre, em relação aos demais.

Entretanto, ao examinar a altura média atingida pelas espécies-procedências em dois anos iniciais, este crescimento pode ser considerado bom. Por exemplo, Toona ciliata var. australis, atingiu a maior média com 4,067 metros, o que equivale a um crescimento médio anual de 2 (dois) metros. A espécie-procedência de menor crescimento entre as 25 melhores-Fraxinus uhdei - apresentou um crescimento médio de aproximadamente 1,60 metros em dois anos, ou seja, 0,80 metros por ano.

O coeficiente linear ( $b_1$ ) que indica a pendente da curva de crescimento ou a taxa do aumento de crescimento em cada unidade de tempo, é relativamente bom para todas as espécies-procedências, embora nos outros sítios tenha sido melhor.

Os coeficientes quadráticos estimados ( $b_2$ ) que determinam a mudança da direção das curvas, são todos positivos, excepto para Ceiba pentandra. Este resultado indica que a curva de crescimento, aos dois anos de idade, para todas as espécies-procedências estudadas, continua subindo (Fig. 2). Quando  $b_2$  é negativo, a derivada parcial da função determina um ponto máximo. O ponto máximo encontrado pode ser interpretado como o ponto em que a espécie, aparentemente diminuiu sua taxa de crescimento. A resolução da função diferencial para Ceiba pentandra, entretanto, mostra que ainda há crescimento:  $Y = 0,566 + 0,158 X - 0,002 X^2$ .  $\frac{dy}{dx} = 0,158 - 2 \times 0,002 X = 0$ .  $X = 39,5$  meses. Este resultado indica que houve crescimento contínuo dentro do período de 24 meses.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ), expresso em porcentagem, mostra a precisão do ajuste da função de crescimento. Quanto maior for este coeficiente, melhor ajustada está a curva de crescimento das espécies-procedências.

#### 4.2.2 Estimação das curvas de crescimento em altura para o sítio "Florençia Sur"

Os resultados constantes do quadro 6 traduzem um ótimo crescimento em altura para o sítio "Florençia Sur". Os coeficientes lineares ( $b_1$ ) todos positivos, mostram contínuo incremento em altura, para a maioria das espécies-procedências. Os coeficientes quadráticos ( $b_2$ ), com exceção de Schizolobium parahybum e Ochroma lagopus da Guatemala (que apresentam insignificantes coeficientes negativos) são positivos, indicando que ainda há aceleração no crescimento em altura.

A figura 3 mostra a tendência do crescimento em altura das espécies-procedências do sítio "Florençia Sur". Em geral, as curvas apresentadas tem uma forma quase retilínea, embora se saiba que o crescimento em altura descreve uma curva em forma de S. Isto é explicado pelo fato da plantação se encontrar na fase inicial do crescimento, ou seja, na fase do crescimento acelerado. Assim, apenas uma fase está sendo revelada pela curva.

No sítio "Florençia Sur" as espécies apresentam alturas médias bem maiores que as de "Puente Cajon" e aparentemente igual as de "Bajo San Lucas". A razão desta superioridade de crescimento é explicada, em parte, pela qualidade do sítio e pelas condições de drenagem, boa em



Quadro 6. Parâmetros estimadas das curvas de crescimento em altura tomando-se em conta a função do 2º grau, para "FLORENCIA SUR"

(n)	Espécies	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2(\%)$	AM
73	Acrocarpus fraxinifolius	0,912	0,452	0,000	97,78	4,634
25	Eucalyptus alba	1,825	0,434	0,002	97,67	5,575
17	Eucalyptus saligna grandis	1,474	0,432	0,003	97,45	5,350
18	Eucalyptus grandis	1,320	0,425	0,005	95,74	5,342
41	Ochroma lagopus	1,549	0,413	0,006	56,62	5,654
74	Acrocarpus fraxinifolius	1,041	0,404	0,001	93,83	4,483
75	Acrocarpus fraxinifolius	1,145	0,397	0,003	87,73	4,725
19	Eucalyptus grandis	1,298	0,388	0,004	87,51	4,946
67	Schizolobium paraybum	1,372	0,388	-0,001	89,04	4,454
45	Terminalia ivorensis	0,871	0,351	0,003	90,57	4,079
42	Ochroma lagopus	0,883	0,334	-0,001	90,88	3,512
15	Eucalyptus saligna	1,448	0,317	0,005	95,77	4,600
21	Eucalyptus maculata	0,912	0,301	0,005	96,27	3,987
43	Terminalia ivorensis	0,867	0,300	0,007	93,90	4,087
49	Gmelina arborea	0,964	0,295	0,004	97,11	3,837
24	Eucalyptus deglupta	1,272	0,292	0,006	93,19	4,358
76	Anthocephalus cadamba	0,779	0,239	0,003	86,47	3,108
38	Ceiba pentandra	1,128	0,202	0,000	88,78	2,834
44	Terminalia ivorensis	0,927	0,184	0,007	88,24	3,242
51	Gmelina arborea	1,197	0,171	0,009	96,11	3,621
50	Gmelina arborea	1,068	0,162	0,013	98,47	3,817
46	Terminalia ivorensis	0,970	0,106	0,012	89,40	3,108
52	Tectona grandis	0,922	0,100	0,012	86,25	3,021
47	Terminalia ivorensis	0,511	0,083	0,015	87,78	2,834
48	Terminalia myriocarpa	0,775	0,967	0,012	95,63	2,600

- $b_0$  = ponto em que a curva corta o eixo dos Y, quando  $X = 0$   
 $b_1$  = taxa de incremento linear ou velocidade de crescimento  
 $b_2$  = taxa de transformação de  $b_1$  ou aceleração do crescimento  
AM = altura média  
 $R^2$  = coeficiente de determinação  
(n) = número correspondente a procedência (ver apêndice).

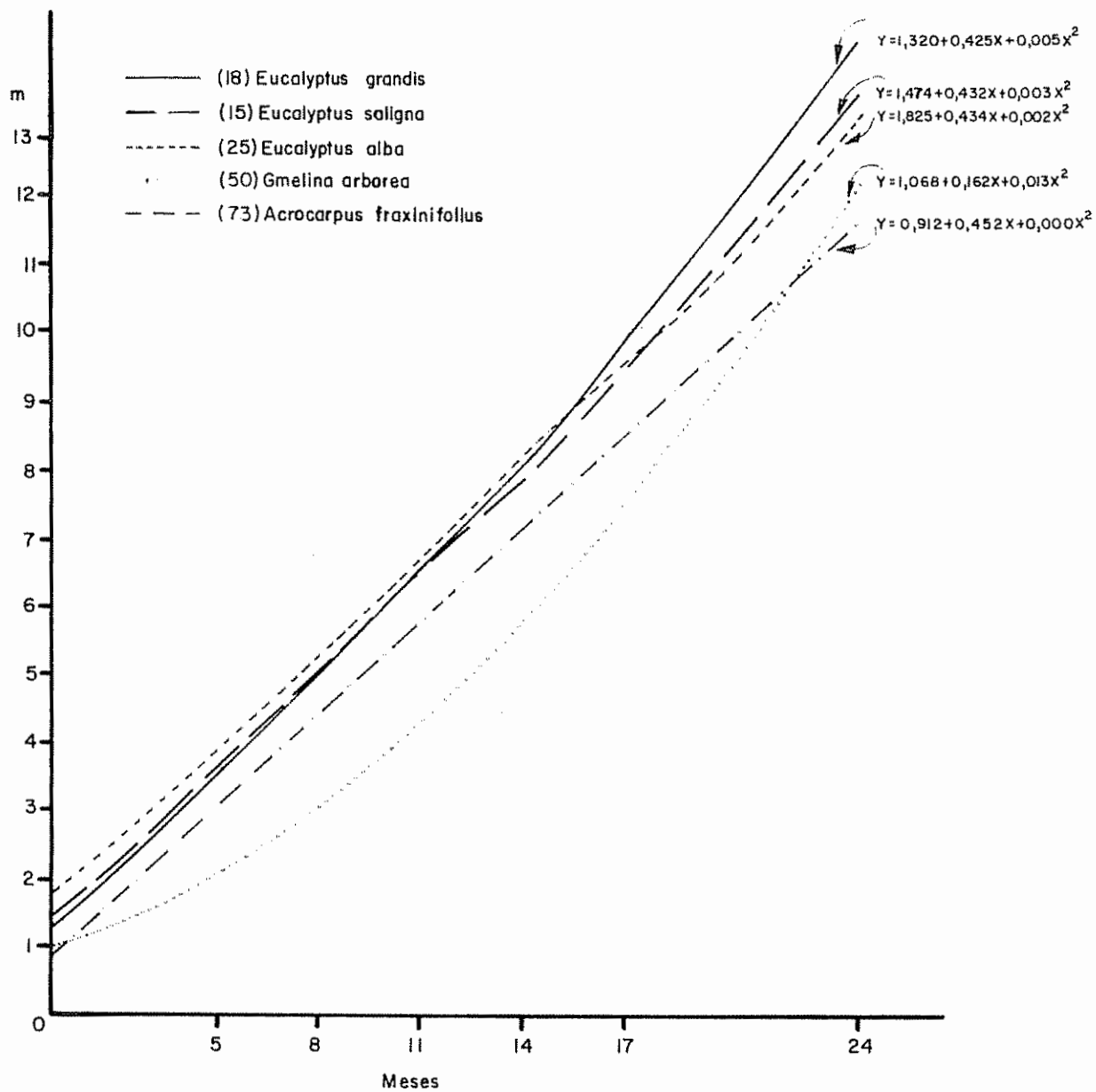


Fig 3 Curvas de crescimento em altura para algumas espécies-procedências de "Florencia Sur"

"Florençia Sur" e má em "Puente Cajon".

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ), mostram a porcentagem da bondade de ajuste da função de crescimento.

#### 4.2.3 Estimação das curvas de crescimento em altura, para o sítio "Bajo San Lucas"

As espécies-procedências analisadas no sítio "Bajo San Lucas", mesmo apresentando coeficientes lineares maiores que os de "Puente Cajon" e semelhantes aos de "Florençia Sur", mostraram uma particularidade não observada nos demais sítios: a elevada quantidade de valores negativos para os coeficientes quadráticos (Quadro 7). Aproximadamente 70% das 25 espécies classificadas apresentaram coeficientes quadráticos negativos. Dêstes, entretanto, apenas Eucalyptus kirtoniana já atingiu, aparentemente, o ponto máximo na rapidez de crescimento aos vinte meses de idade. Isto indica que, embora ocorra certo desaceleração no crescimento, as 25 melhores espécies-procedências continuam crescendo. A razão da alta frequência de tais coeficientes negativos, possivelmente se deva à abundância de material rochoso em profundidades superiores a 75 centímetros (38), as quais poderão estar impedindo o desenvolvimento das raízes nas camadas mais profundas do solo.

As alturas médias oferecidas pela análise, mostraram uma taxa de incremento nunca inferior a 1,50 metros por ano. A tendência do crescimento de algumas espécies-procedências, representando a tendência de tôdas as analisadas, consta da Figura 4. Nesta Figura se observa uma acentuada linearidade das curvas. Três procedências de Acrocarpus

Quadro 7. Parâmetros estimados das curvas de crescimento em altura, tomando-se em conta a função de 2º grau, para "BAJO SAN LUCAS".

(n)	Espécies	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2(\%)$	AM
74	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	0,897	0,643	-0,005	88,34	5,700
64	<i>Albizzia falcata</i>	0,992	0,626	-0,011	93,32	4,779
41	<i>Ochroma lagopus</i>	0,607	0,604	-0,006	92,39	4,967
63	<i>Albizzia falcata</i>	0,505	0,604	-0,010	83,73	4,429
73	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	0,706	0,600	-0,002	93,62	5,492
26	<i>Eucalyptus kirtoniana</i>	0,812	0,578	-0,014	71,71	3,738
18	<i>Eucalyptus grandis</i>	0,661	0,540	-0,004	82,10	4,400
67	<i>Schizolobium parahybum</i>	0,514	0,501	-0,001	91,11	4,255
42	<i>Ochroma lagopus</i>	0,671	0,486	-0,006	86,55	4,067
15	<i>Eucalyptus saligna</i>	0,737	0,479	-0,004	64,59	4,287
65	<i>Albizzia falcata</i>	0,960	0,467	-0,002	80,89	4,625
24	<i>Eucalyptus deglupta</i>	1,096	0,442	-0,007	78,02	3,975
45	<i>Terminalia ivorensis</i>	0,418	0,415	-0,002	73,34	3,679
52	<i>Gmelina arborea</i>	0,602	0,398	-0,003	94,33	3,617
46	<i>Terminalia ivorensis</i>	0,396	0,382	-0,004	73,81	3,075
50	<i>Gmelina arborea</i>	0,622	0,375	0,000	87,61	3,762
19	<i>Eucalyptus grandis</i>	1,168	0,370	-0,001	74,61	3,948
48	<i>Terminalia myriocarpa</i>	0,514	0,366	0,005	95,59	4,079
75	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	0,887	0,354	0,007	89,51	4,612
49	<i>Gmelina arborea</i>	0,779	0,334	0,001	95,98	3,612
76	<i>Anthocephalus cadamba</i>	0,466	0,330	-0,001	85,62	3,108
29	<i>Toona ciliata</i> var. <i>australis</i>	0,650	0,324	0,003	72,82	3,670
51	<i>Gmelina arborea</i>	0,722	0,310	0,004	91,13	3,662
47	<i>Terminalia ivorensis</i>	0,411	0,231	0,007	85,70	3,087
43	<i>Terminalia ivorensis</i>	0,604	0,182	0,010	91,59	3,196

$b_0$  = ponto em que a curva corta o eixo dos Y, quando X = 0

$b_1$  = taxa de incremento linear ou velocidade de crescimento

$b_2$  = taxa de transformação de  $b_1$  ou aceleração de crescimento

AM = altura média

$R^2$  = coeficiente de determinação

(n) = número correspondente a procedência (ver apêndice)

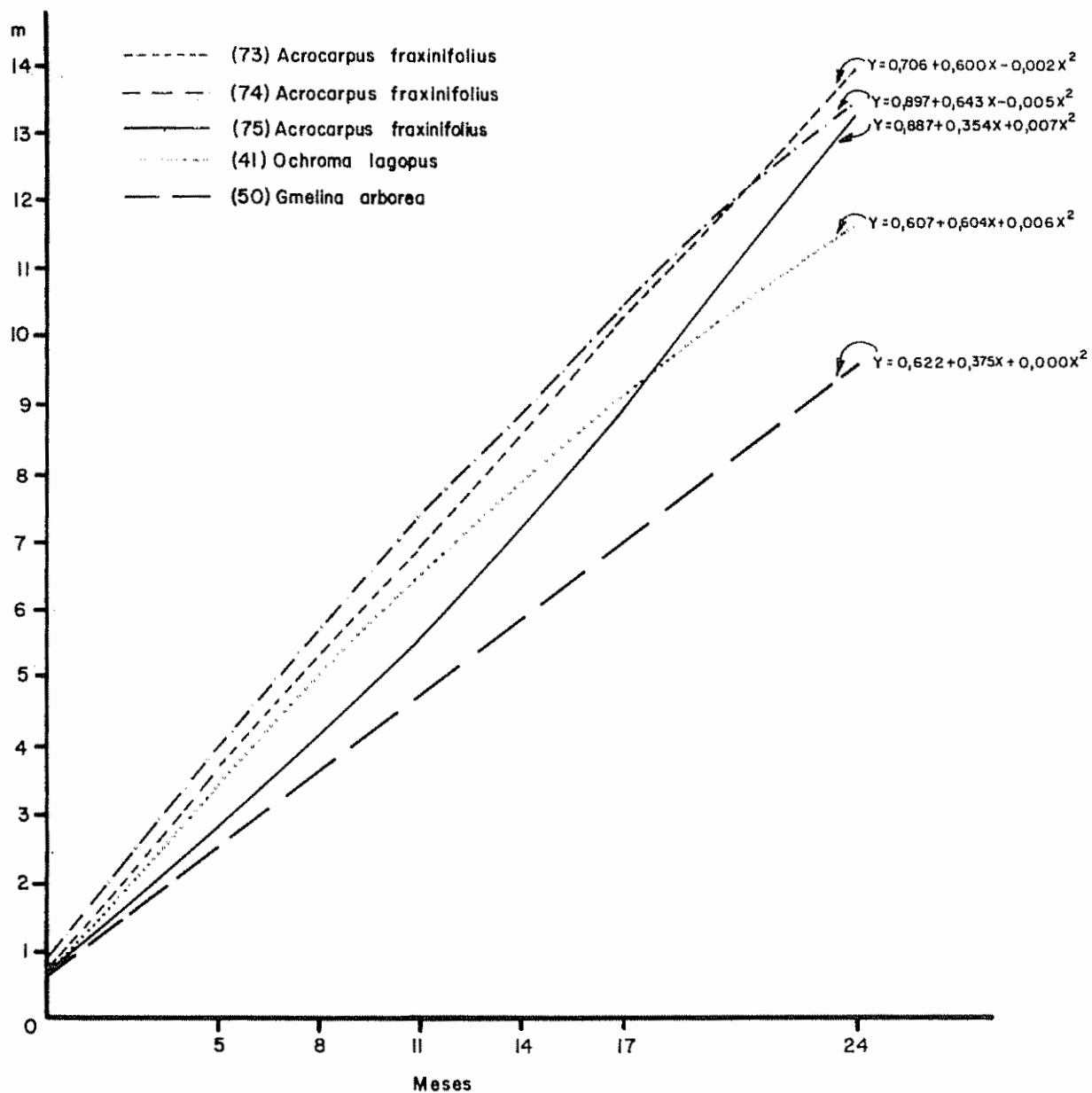


Fig. 4. Curvas de crescimento em altura para algumas espécies-procedências de "Bajo San Lucas"

fraxinifolius apresentaram curvas de crescimento que se distinguiram entre as demais.

#### 4.3 Taxa de Crescimento Diamétrico em Função do Tempo

Apresentam-se aqui, os parâmetros de crescimento e algumas curvas diamétricas das 25 melhores espécies classificadas pelo método da "magnitude da taxa do crescimento em diâmetro".

Para melhor mostrar a tendência do crescimento diamétrico das espécies, foram traçadas algumas curvas para cada sítio. Procedendo de modo idêntico ao que se fez com a altura (Seção 4.2), utilizaram-se os dados extraídos das seis medições em diâmetros, realizadas durante os primeiros anos de vida das espécies, para obtenção das curvas diamétricas. Não havendo efeito significativo de tratamento, confundiu-se este fator e consideraram-se quatro repetições por sítio. A curva de incremento, conseqüentemente, resultou de valores médios de quatro repetições por espécie-procedência dentro dos sítios.

##### 4.3.1 Estimação das curvas de incremento diamétrico para o sítio "Puente Cajon"

Pelo Quadro 8, observam-se elevados coeficientes lineares ( $b_1$ ), revelando que a taxa de crescimento linear para diâmetro é boa. Por outro lado, muitas espécies-procedências apresentaram coeficientes quadráticos ( $b_2$ ) negativos, indicando certo desaceleramento no crescimento diamétrico. Entretanto, aplicando derivadas parciais e resolvendo as equações em função de X (tempo em meses), nota-se que apenas

Quadro 8. Parâmetros estimados das curvas de crescimento em diâmetro, tomando-se em conta a função de 2º grau para "PUENTE CAJON"

(n)	Espécies	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2(\%)$	AM
41	Ochroma lagopus	1,800	0,316	0,014	80,22	6,570
73	Acrocarpus fraxinifolius	0,736	0,339	0,005	45,02	4,630
52	Gmelina arborea	0,568	0,285	0,011	87,16	4,486
74	Acrocarpus fraxinifolius	0,759	0,312	0,002	57,27	4,138
48	Terminalia myriocarpa	-0,021	0,377	0,000	82,15	3,685
71	Hibiscus elatus	0,360	0,312	0,002	80,56	3,754
29	Toona ciliata var. australis	0,893	0,302	0,006	81,01	4,031
75	Acrocarpus fraxinifolius	1,336	0,241	0,006	70,02	4,300
40	Ceiba pentandra	0,173	0,262	0,009	71,77	3,869
22	Eucalyptus robusta	0,300	0,248	0,005	63,38	3,280
50	Gmelina arborea	1,059	0,183	0,014	63,76	4,314
15	Eucalyptus saligna	-0,039	0,202	0,008	94,65	3,075
44	Terminalia ivorensis	1,109	0,148	0,006	100,00	3,400
18	Eucalyptus grandis	0,344	0,051	0,014	79,87	2,744
49	Gmelina arborea	0,126	0,498	-0,001	79,75	4,609
24	Eucalyptus robusta	0,266	0,500	-0,006	80,74	3,983
55	Tectona grandis	0,142	0,455	-0,004	92,21	3,845
54	Tectona grandis	0,095	0,529	-0,009	83,79	4,014
47	Terminalia ivorensis	-0,461	0,398	-0,004	86,55	3,256
56	Tectona grandis	1,427	0,279	-0,004	37,74	3,817
76	Anthocephalus cadamba	-0,059	0,683	-0,011	58,98	5,260
67	Schizolobium parahybum	0,264	0,798	-0,013	93,70	6,460
23	Eucalyptus hibrido	0,554	0,121	0,006	88,58	2,440
53	Tectona grandis	-1,410	0,717	-0,018	78,69	3,808
25	Eucalyptus alba	-1,296	0,898	-0,032	23,93	3,501

$b_0$  = ponto em que a curva corta o eixo dos Y, quando  $X = 0$

$b_1$  = taxa de incremento lenear ou velocidade de crescimento

$b_2$  = taxa de transformação de  $b_1$  ou aceleração do crescimento

AM = altura média

$R^2$  = coeficiente de determinação

(n) = número correspondente a procedência (ver apêndice)

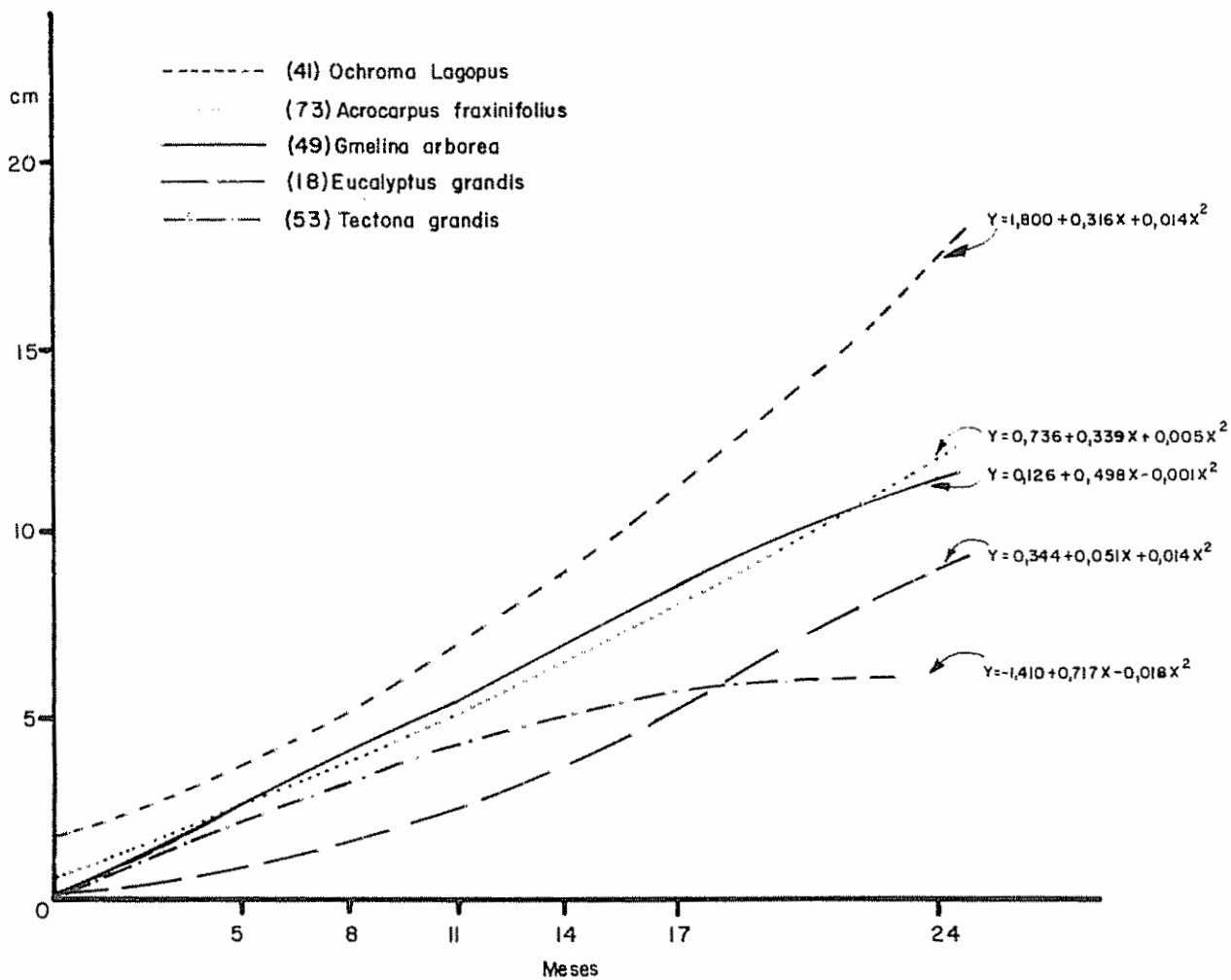


Fig 5 Curvas de crescimento diâmetro para algumas espécies-procedências de "Puente Cajón"



duas espécies-procedências atingiram o ponto máximo de crescimento, isto é, a curva de crescimento iniciou uma caída motivada pela aceleração negativa. As espécies-procedências Eucalyptus alba e Tectona grandis procedentes de Costa Rica, atingiram seus valores máximos de crescimento aos 14 e 20 meses respectivamente.

A Figura 5 mostra algumas curvas de tendência do crescimento diamétrico no sítio "Puente Cajon". Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) indicam o ajuste das curvas de crescimento para tôdas as espécies-procedências do sítio.

#### 4.3.2 Estimação das curvas de incremento diamétrico para o sítio "Florençia Sur"

Nêste item, são apresentados os resultados do crescimento das 25 melhores espécies-procedências, também classificadas pelo método da "magnitude do incremento diamétrico", para o sítio "Florençia Sur".

Um exame dos coeficientes lineares e quadráticos para os dados do Quadro 9, sugere um incremento bom em diâmetro para êste sítio e revela que êste incremento ainda continua subindo. Embora alguns coeficientes quadráticos tenham valores negativos, não se apresentou nenhuma curva com ponto máximo de crescimento.

Os diâmetros médios (DM) descritos para dois anos, indicam uma ótima taxa de incremento. Ochroma lagopus, de Costa Rica, apresentou um excepcional diâmetro médio de 10,42 cm, com um crescimento anual de

Quadro 9. Parâmetros estimados das curvas de crescimento em diâmetro tomando-se em conta a função de 2º grau para "FLORENCIA SUR"

(n)	Espécie	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2(\%)$	AM
41	<i>Ochroma lagopus</i>	3,149	0,924	0,011	94,12	10,420
49	<i>Gmelina arborea</i>	0,874	0,981	0,001	94,82	8,528
17	<i>Eucalyptus saligna/grandis</i>	1,741	0,726	0,002	96,55	6,935
51	<i>Gmelina arborea</i>	0,656	0,792	0,000	97,57	6,447
76	<i>Anthocephalus cadamba</i>	2,130	0,441	0,017	76,89	7,500
19	<i>Eucalyptus grandis</i>	1,266	0,743	-0,003	85,14	6,700
38	<i>Ceiba pentandra</i>	1,760	0,548	0,011	87,58	7,159
42	<i>Ochroma lagopus</i>	3,552	0,520	0,011	79,90	8,417
48	<i>Terminalia myriocarpa</i>	-0,408	0,415	0,007	87,97	4,279
75	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	2,138	0,579	0,000	91,62	6,105
73	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	2,100	0,694	-0,008	96,98	6,235
52	<i>Gmelina arborea</i>	1,098	0,513	0,011	78,82	6,046
43	<i>Terminalia ivorensis</i>	1,074	0,577	0,003	91,49	5,532
25	<i>Eucalyptus alba</i>	3,299	0,568	-0,002	91,99	7,055
24	<i>Eucalyptus deglupta</i>	0,946	0,760	-0,008	93,47	5,580
20	<i>Eucalyptus maculata</i>	1,067	0,376	0,001	77,58	4,092
21	<i>Eucalyptus maculata</i>	1,000	0,364	0,005	96,10	4,394
47	<i>Terminalia ivorensis</i>	-0,930	0,653	-0,005	82,97	4,693
50	<i>Gmelina arborea</i>	0,588	0,593	0,012	84,60	6,518
15	<i>Eucalyptus saligna</i>	2,023	0,426	-0,007	93,63	4,735
18	<i>Eucalyptus grandis</i>	1,231	0,982	-0,013	90,25	7,611
74	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	2,019	0,649	-0,010	92,61	5,730
67	<i>Schizolobium parahybum</i>	3,862	0,880	-0,020	77,69	8,695
5	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	0,577	0,179	0,018	94,42	4,800
44	<i>Terminalia ivorensis</i>	-0,537	0,797	-0,011	80,68	5,200

$b_0$  = ponto onde a curva corta o eixo dos Y, quando  $X = 0$

$b_1$  = taxa de incremento linear ou velocidade de crescimento

$b_2$  = taxa de transformação de  $b_1$  ou aceleração do crescimento

AM = altura média

$R^2$  = coeficiente de determinação

(n) = número correspondente a procedência (ver apêndice)

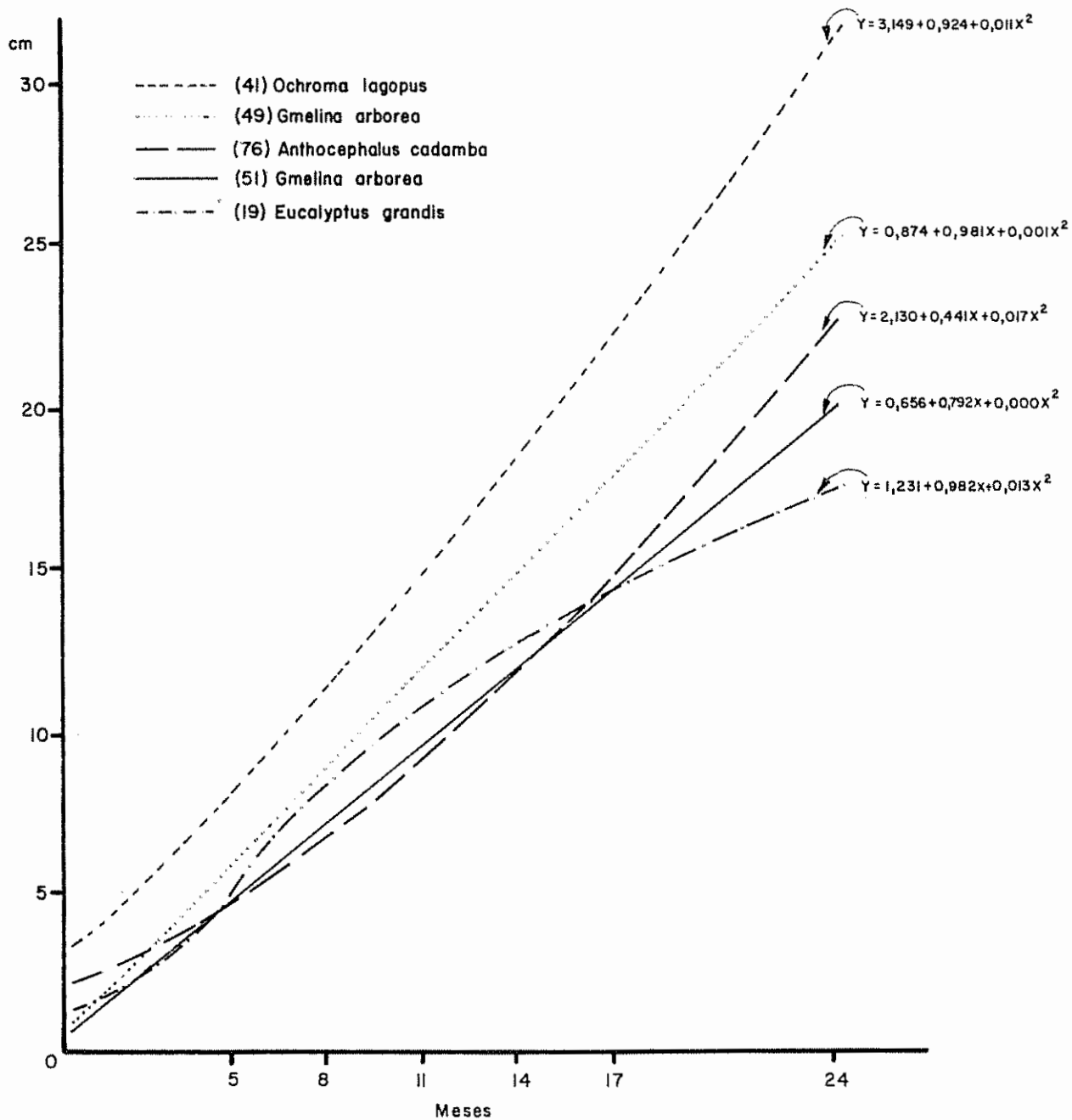


Fig 6. Curvas de crescimento diamétrico para algumas espécies-procedências de "Florencia Sur"

5,12 cm. A Figura 6 mostra a espécie Eucalyptus grandis, procedente da Austrália, com um coeficiente quadrático negativo, sem contudo, atingir o ponto máximo. A ligeira curvatura provocada pelo valor negativo quadrático pode ser traduzida como uma diminuição da rapidez do crescimento diamétrico da espécie.

O crescimento diamétrico neste sítio pode ser considerado o melhor, em comparação com os outros. Os coeficientes lineares são mais elevados e poucos são os coeficientes quadráticos negativos. Isto traduz uma reação positiva das espécies-procedências quanto ao aproveitamento dos recursos disponíveis para o incremento.

#### 4.3.3 Estimação das curvas de crescimento diamétrico para o sítio "Bajo San Lucas"

Pelo Quadro 10, verifica-se que a taxa de crescimento linear ( $b_1$ ) em diâmetro, para as espécies-procedências do sítio "Bajo San Lucas" apresentou excelentes índices, denotando um elevado incremento diamétrico inicial. Entretanto, 70% das espécies analisadas apresentaram coeficientes quadráticos ( $b_2$ ) negativos, o que indica um desaceleramento no ritmo de crescimento das mesmas. Considerando que ocorreu o mesmo fenômeno com relação ao crescimento em altura, supõe-se que a presença de rochas profundas esteja impedindo o desenvolvimento das raízes e afetando o crescimento diamétrico. Pode-se supor também que haja uma competição por espaço, nutrientes e luz, entre as espécies-procedências, já que o crescimento diamétrico pode ser facilmente influenciado pelo espaçamento.

Quadro 10. Parâmetros estimados das curvas de crescimento em diâmetro, tomando-se em conta a função de 2º grau, para "BAJO SAN LUCAS"

(n)	Espécie	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2$ (%)	AM
41	<i>Ochroma lagopus</i>	3,632	0,670	0,016	88,34	9,863
48	<i>Terminalia myriocarpa</i>	1,580	0,536	0,012	93,32	6,711
76	<i>Anthocephalus cadamba</i>	0,533	0,809	0,002	92,39	7,294
51	<i>Gmelina arborea</i>	2,281	0,649	0,002	83,73	7,179
65	<i>Albizzia falcata</i>	2,374	0,682	0,001	93,62	7,544
52	<i>Gmelina arborea</i>	1,107	0,934	-0,001	71,71	7,430
40	<i>Ceiba pentandra</i>	2,171	0,729	-0,006	82,10	6,842
74	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	2,956	0,712	-0,007	91,11	7,505
42	<i>Ochroma lagopus</i>	3,763	0,910	-0,008	86,55	10,072
43	<i>Terminalia ivorensis</i>	0,960	0,359	0,003	64,59	4,527
50	<i>Gmelina arborea</i>	1,325	-0,853	-0,003	80,89	7,273
38	<i>Ceiba pentandra</i>	2,830	0,196	0,017	78,02	6,125
44	<i>Terminalia ivorensis</i>	1,178	0,539	-0,001	73,34	5,533
17	<i>Eucalyptus saligna/grandis</i>	1,568	0,682	-0,008	94,33	5,811
75	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	1,696	0,745	-0,011	73,81	6,629
73	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	2,441	0,741	-0,010	87,61	6,760
45	<i>Terminalia ivorensis</i>	0,431	0,674	-0,005	74,61	5,423
47	<i>Terminalia ivorensis</i>	0,041	0,601	-0,008	95,59	4,613
63	<i>Albizzia falcata</i>	1,937	0,673	-0,003	89,51	6,589
24	<i>Eucalyptus deglupta</i>	1,697	0,595	-0,009	95,98	5,085
29	<i>Toona ciliata var. australis</i>	1,768	0,577	-0,008	85,62	5,336
53	<i>Tectona grandis</i>	1,534	0,366	-0,005	72,82	4,253
18	<i>Eucalyptus grandis</i>	1,643	0,631	-0,011	91,13	5,336
19	<i>Eucalyptus grandis</i>	0,756	0,700	-0,013	87,70	5,542
25	<i>Eucalyptus alba</i>	1,918	0,540	-0,012	91,59	4,655

$b_0$  = ponto em que a curva corta o eixo dos Y, quando  $X = 0$

$b_1$  = taxa de incremento linear ou velocidade de crescimento

$b_2$  = taxa de transformação de  $b_1$  ou aceleração do crescimento

AM = altura média

$R^2$  = coeficiente de determinação

(n) = número correspondente a procedência (ver apêndice)

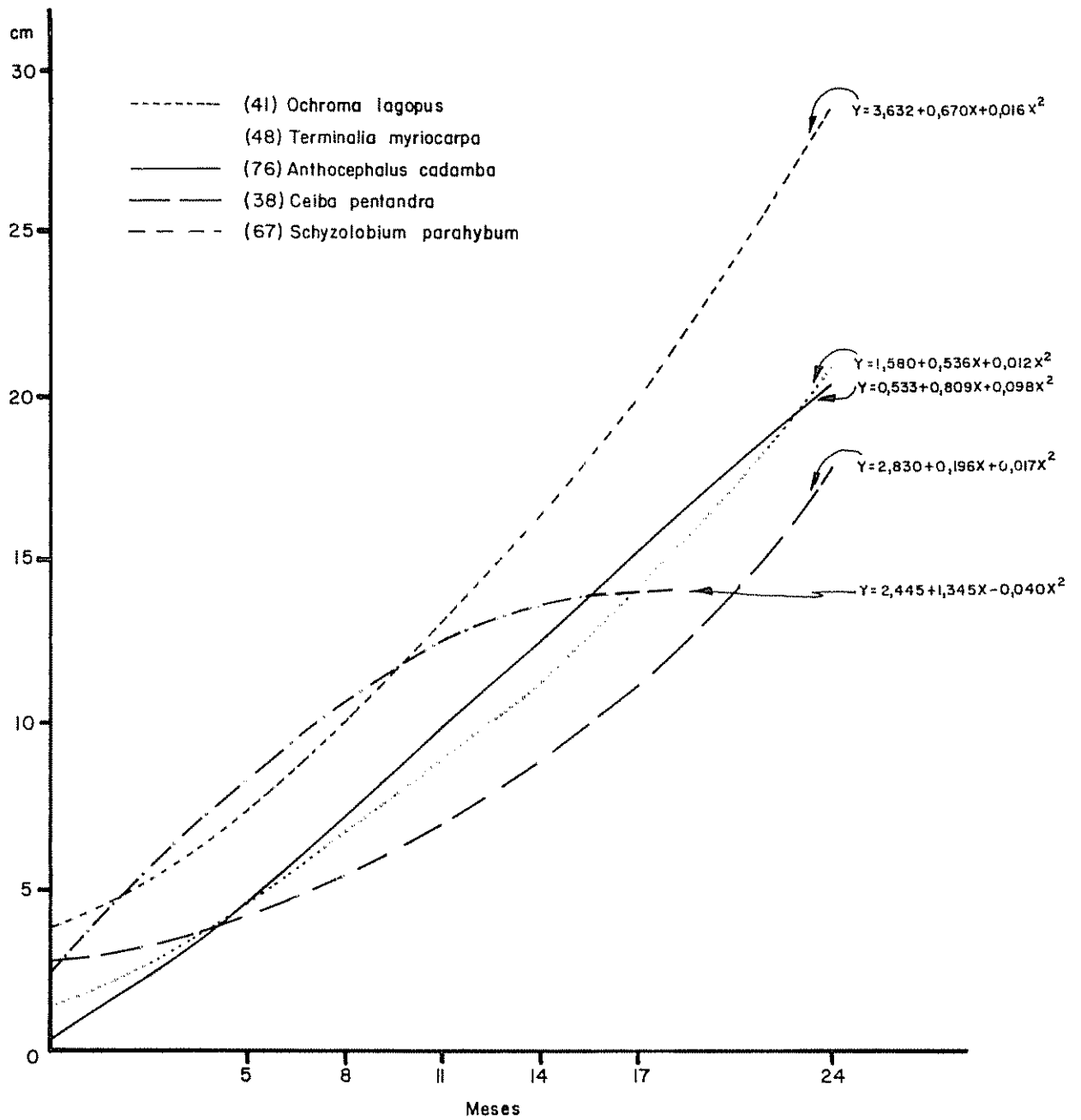


Fig 7. Curvas de crescimento diamétrico para algumas espécies - procedências de "Bajo San Lucas"

Em quatro espécies-procedências: Eucalyptus maculata de Kenia, Eucalyptus alba, Eucalyptus kirtoniana e Schizolobium parahybum, ao serem aplicadas derivadas parciais, apresentaram ponto máximos em suas curvas de crescimento diamétrico. A Figura 7 mostra gráficamente a tendência de algumas espécies-procedências quanto ao crescimento em diâmetro.

O diâmetro médio (DM) para tôdas as espécies analisadas, comprovam uma alta taxa de crescimento nos dois primeiros anos de idade. Neste sítio, Ochroma lagopus, da Guatemala, foi a espécie que apresentou maior diâmetro médio: 10,097 cm. Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) mostram bom ajuste para as funções de crescimento.

#### 4.4 Aspectos Morfológicos e Fito-Sanitários das Espécies

Nesta seção, são observados alguns aspectos relativos a forma e fito-sanidade das árvores analisadas no conjunto dos três sítios. Embora fôsse mais lógica a apresentação destes aspectos por sítio, para que se pudesse fazer comparações entre eles, assim não se procedeu, em virtude de cada sítio ter sido julgado por grupos distintos. O conceito de forma e sanidade é complexo e relativo. Além disso, os resultados não podem ser muito confiáveis, se julgados por grupos distintos.

O Quadro 11 indica a frequência de qualidade da forma e sanidade das árvores que entraram na análise para obtenção dos escores quantitativo e qualitativo.

Quadro 11. Qualificações das árvores classificadas no experimento, segundo a forma e sanidade, para os três sítios em conjunto

Qualificação	Forma	Sanidade
Boa	163	200
Regular	126	81
Má	54	62
Total	343	343

O Quadro acima pode refletir o estado sanitário e morfológico das espécies-procedências de melhor crescimento no ensaio de parcelas individuais. A qualificação de árvores "boas" foi elevada quanto a "forma" e muito maior quanto à "sanidade". Isto reflete um bom estado das árvores analisadas. Tanto em forma como em sanidade houve relativamente baixa frequência da categoria "má", indicando um razoável índice de adaptação e resistência aos ataques de insetos e pragas, na fase inicial do crescimento das árvores estudadas.

O estado sanitário e morfológico, entretanto, poderá sofrer modificações bruscas no futuro. Uma das principais desvantagens do sistema de parcelas individuais é que êle não revela a forma florestal da espécie, isto é, a forma que a espécie apresenta quando em competição com árvores da mesma espécie ou de espécies diferentes. Nêste sistema onde se desenvolvem juntas, espécies de lento e rápido crescimento, nem sempre chega a estabelecer-se uma competição entre as árvores componentes do sistema. Por esta razão, a árvore toma forma distinta daquela que tomaria se estivesse em competição cerrada.



O grau de enfermidade das árvores indicadas como boa poderá, também, sofrer modificações quando se estabelecerem plantações puras em maior escala. Os povoamentos puros são mais susceptíveis aos ataques inimigos do que os mistos. Porém, a sanidade atual é um indício de que as árvores analisados oferecem certa resistência a agentes patológicos ou destruidores.

#### 4.5 Classificação das Espécies-Procédências com Base em Quatro Variáveis

##### 4.5.1 Variáveis qualitativas

O poder discriminatório das quatro variáveis: altura, diâmetro, forma e sanidade, empregadas no processo de classificação qualitativa de 51 espécies-procedências (extraídas do experimento de 77 espécies-procedências descritas no apêndice), manifesta-se por meio da análise de fatores múltiplos. Os coeficientes discriminatórios ou ponderações de cada variável, obtidos na análise fatorial (factor analysis), são apresentados no Quadro 12.

Quadro 12. Coeficientes discriminatórios e variância comum ("Communality") obtidos para o método da ordem do escore qualitativo

Variáveis	Variância comum ( $H^2$ ) ( <u>Communality</u> )	Coefficientes discriminatórios
Altura	0,361	0,601
Diâmetro	0,199	0,446
Forma	0,102	0,320
Sanidade	0,102	0,320

Pelo Quadro 12, observa-se que a altura, apresentando um coeficiente discriminatório de 0,601, foi a variável que mais pesou na elaboração do escore composto usado para a classificação das espécies-procedências pelo Método do ordem do escore qualitativo.

O poder discriminatório da variável diâmetro, para formação do método citado, foi ponderado com um coeficiente de 0,446, indicando muita força discriminatória. Forma e sanidade apresentaram menor peso classificador com coeficientes 0,320 para ambas as variáveis.

A maior importância do coeficiente discriminatório da altura pode ser explicada pelo fato de que, estando as espécies experimentais com uma idade de dois anos apenas, há maior crescimento em altura do que em diâmetro. O valor discriminatório significativo para diâmetro é justificável porque esta variável recebeu qualificação idêntica a altura, na análise visual. Era de se esperar que a contribuição da forma e sanidade fosse baixa. Os valores atribuídos a estas duas variáveis: boa = 3, regular = 2 e má = 1, comparados com os valores atribuídos às variáveis diâmetro e altura, são de pouca relevância. Não obstante, a atribuição destes valores para forma e sanidade é justificável biologicamente. O estado da forma e sanidade, como se discutiu, poderá sofrer transformações futuras. O modelo matemático usado para produzir o escore classificador pode ser expresso por:

$$S_i = 0,601z_{1i} + 0,446z_{2i} + 0,320z_{3i} + 0,320z_{4i}, \text{ onde:}$$

$S_i$  = escore composto

$z_{ki}$  = variáveis padronizadas para classificação da espécies

#### 4.5.2 Variáveis quantitativas

As mesmas variáveis altura, diâmetro, forma e sanidade, foram combinadas com os coeficientes discriminatórios obtidos na análise de fatores múltiplos para a formação do escore compôsto que classificou as 25 melhores espécies-procedências apresentadas no Método da ordem do escore quantitativo, discutindo na metodologia.

Os coeficientes discriminatórios obtidos pela análise fatorial são apresentados no Quadro 13.

Quadro 13. Coeficientes discriminatórios e variância comum ("Communality") obtidos para o método da Ordem do escore quantitativo

Variáveis	Variância comum ( $H^2$ ) (Communality)	Coeficientes discriminatórios
Altura	0,587	0,766
Diâmetro	0,524	0,724
Forma	0,015	0,123
Sanidade	0,049	-0,222

Pelos valores do Quadro 13, nota-se uma ligeira superioridade discriminatória em favor da variável altura, com relação a diâmetro. Entretanto, a superioridade é menos acentuada do que a apresentado no processo qualitativo (Quadro 12).

A superioridade discriminatória em altura é justificável biologicamente, porque nesta fase inicial o crescimento em altura é mais acelerado que em diâmetro. Forma e sanidade não tiveram significância

discriminatória no processo quantitativo, embora estas duas variáveis sejam consideradas fundamentais para qualquer sistema de avaliação florestal. Para o processo quantitativo, o modelo matemático transformado foi:

$$S_i = 0,766z_{1i} + 0,724z_{2i} + 0,123z_{3i} - 0,222z_{4i}, \text{ onde:}$$

$S_i$  = Escore compôsto

$z_{ki}$  = Variáveis usadas na classificação

#### 4.6 Comparação entre os Seis Métodos de Classificação de Espécies

Os métodos apresentados nesta seção, como alternativas para indicação de espécies de rápido crescimento em provas de parcelas individuais (Single Tree Plots), são os seguintes: Ordem do escore quantitativo, Magnitude da taxa de incremento em altura, Magnitude da taxa de incremento em diâmetro, Ordem das médias das alturas, Ordem das alturas absolutas e Ordem do escore qualitativo. Os cinco primeiros são quantitativos e o último é qualitativo.

Os resultados comparativos entre os métodos são apresentados no Quadro 14.

Na "Ordem do escore quantitativo", método considerado padrão, a classificação geral está disposta em sequência de 1 a 25, correspondente às posições logradas pelas espécies-procedências nesta classificação. A classificação foi feita obedecendo a ordem de sequência de qualidade, ou seja, de melhor para pior. Os números das colunas subsequentes, abaixo dos títulos "Bajo San Lucas".(B.S.L.), "Florençia Sur" (F.S.) e

Quadro 14. Resultados das posições alcançadas pelas espécies-procedências, dentro do intervalo de 1 a 25, nos classificatórios terminais e por alturas, para os seis métodos estabelecidos.

Espécies	Procedência	Ordem do escore quantitativo					Magnitude da taxa de crescimento em altura					Magnitude do termo de crescimento diacrítico					Ordem das alturas absolutas					Ordem do escore qualitativo						
		Genal	B.S.L.	P.C.	P.C.***	B.S.L.	P.C.	P.C.	B.S.L.	P.C.	B.S.L.	P.C.	B.S.L.	P.C.	B.S.L.	P.C.	B.S.L.	P.C.	B.S.L.	P.C.	B.S.L.	P.C.	B.S.L.	P.C.	B.S.L.	P.C.	B.S.L.	P.C.
Ochroma lagopus	Costa Rica	1	1	1	1	3	5	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acrocarpus fraxinifolius	Índia	2	4	14	5	5	1	5	16	11	2	1	7	10	5	12	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
"	Kenia	3	11	10	2	19	7	2	15	10	8	3	5	4	1	4	15	3	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4
Gmelina arborea	Nova Guiné	4	9	-	23	21	15	14	-	3	15	16	17	14	15	21	19	10	10	7	13	13	13	13	13	13	13	13
Eucalyptus saligna/grandis	Zâmbia	5	14	4	15	-	3	-	14	3	-	23	22	5	16	3	6	11	8	1	3	2	1	1	1	1	1	1
Schizolobium paronybium	Costa Rica	6	10	11	4	6	9	9	-	23	22	5	16	3	6	11	8	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Acrocarpus fraxinifolius	Índia	7	3	17	8	1	6	4	8	22	4	2	11	2	2	15	2	5	2	11	8	8	8	8	8	8	8	8
Gmelina arborea	Serra Leão	8	8	5	16	16	-	2	25	14	24	31	3	16	11	6	5	9	-	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Eucalyptus alba	Austrália	9	-	6	-	24	20	22	4	4	-	12	18	-	24	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gmelina arborea	(Ignorada)	10	12	8	9	9	11	-	9	8	-	25	24	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ochroma lagopus	Guatemala	11	2	12	-	7	4	-	23	21	14	-	1	-	4	2	20	22	11	4	25	25	25	25	25	25	25	25
Eucalyptus grandis	Austrália	12	17	3	24	7	4	-	25	14	19	13	12	23	9	-	25	-	23	24	15	18	18	18	18	18	18	18
Gmelina arborea	(Ignorada)	13	24	13	-	25	14	19	10	13	-	10	11	10	11	22	9	4	14	23	10	7	7	7	7	7	7	7
Terminalia ivorensis	Austrália	14	20	15	3	12	16	15	16	15	16	10	11	10	11	22	9	4	14	23	10	7	7	7	7	7	7	7
Eucalyptus deglupta	"	15	19	7	-	17	8	-	24	6	-	24	4	17	14	1	-	7	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
" grandis	África do Sul	16	-	23	21	-	13	20	-	17	-	14	-	-	8	20	-	17	-	13	-	19	19	19	19	19	19	19
" maculata	Kenia	17	7	19	12	14	23	16	6	12	3	15	23	9	-	25	-	23	24	15	18	18	18	18	18	18	18	18
Gmelina arborea	África do Sul	18	22	9	10	10	12	23	-	12	10	8	7	12	13	22	-	16	19	20	21	3	3	3	3	3	3	3
Eucalyptus saligna	Índia	19	15	16	13	22	17	3	5	21	-	20	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anthocephalus cadaмба	Perto Rico	20	-	2	-	21	-	-	-	-	-	20	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gmelina arborea	Serra Leão	21	18	-	6	23	-	1	21	7	7	11	-	1	9	22	6	7	-	6	7	-	6	6	6	6	6	6
Toona ciliata var. australis	Hawai	22	6	25	18	18	25	13	2	9	5	7	-	6	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terminalia myriocarpa	Índia	23	21	18	22	13	10	8	17	18	-	14	15	8	3	10	10	24	12	19	12	12	12	12	12	12	12	12
" ivorensis	Gana	24	-	20	11	-	24	18	18	-	19	17	19	20	-	16	18	25	18	18	21	3	3	3	3	3	3	3
"	Nigéria	25	23	14	14	20	18	21	12	7	25	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceiba pentandra	Costa Rica	-	-	17	-	-	7	-	22	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tectona grandis	Costa Rica	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus híbrido	Índia	-	-	-	7	-	-	24	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tectona grandis	Trinidad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"	Costa Rica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"	Costa Rica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Albizia falcata	Costa Rica	-	-	5	-	11	-	-	5	-	19	19	20	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"	Fiji	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"	Hong Kong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"	Filipinas	-	-	-	-	4	-	-	18	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terminalia ivorensis	Serra Leão	-	-	22	-	-	22	-	-	-	9	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceiba pentandra	Veneçuela	-	-	-	-	-	-	11	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terminalia ivorensis	Serra Leão	-	-	21	25	-	-	-	13	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hibiscus elatus	Gramada	-	-	-	19	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus kirtlandii	Austrália	-	-	-	-	6	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fraxinus uhdei	Est. Unidos	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinus caribaea	Honduras Br.	-	-	-	-	-	-	17	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus maculata	África do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" kirtlandii	Austrália	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" robusta	Austrália	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enterolobium cyclocarpum	Costa Rica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* "Baixo San Lucas"  
 \*\* "Florescia Sud"  
 \*\*\* "Fuente Cajon"

"Puente Cajon" (P.C.), correspondem às posições obtidas pelas espécies -procedências, nêstes sítios, segundo o método padrão. As colunas subseqüentes não estão em ordem de maior a menor. Isto se deve ao fato das posições alcançadas pelas espécies na classificação geral do método padrão não serem as mesmas alcançadas em outros sítios. A ocorrência de espaços vazios se explica pelo fato de que as espécies que constaram na classificação geral do método padrão, nem sempre constaram na dos demais sítios. Por exemplo, na classificação do método da ordem do escore quantitativo, para o sítio "Bajo San Lucas", as espécies-procedências Eucalyptus alba, Eucalyptus maculata, de Kenia, Gmelina arborea, de Serra Leão e Terminalia ivorensis, de Nigéria, não estavam presentes na classificação geral do mesmo método. Em compensação, para completar o número de 25 espécies classificadas no sítio, Albizia falcata, de Fiji, Hong Kong, e Filipinas e outra procedência de Terminalia ivorensis (Serra Leão) entraram na classificação, ocasionando quatro vazios em cada coluna correspondente.

Como a classificação de cada sítio do método padrão foi comparada com as de sítios similares de todos os outros métodos e nem tôdas as espécies que se encontravam em um sítio constavam do comparador, a lista de espécies cresceu e os vazios aumentaram.

Como já foi discutido na metodologia, a eficiência relativa de cada método foi avaliado pela comparação entre todos os métodos com o da "Ordem de escore quantitativo", considerado padrão ou comparador. O Quadro 15 indica a eficiência de cada método.

quadro 15. Eficiência relativa dos diversos métodos, comparados com o da "Ordem do escore quantitativo" (padrão).

Métodos	Eficiência relativa (%)
Ordem do escore quantitativo	100,00
Ordem do escore qualitativo	31,00
Magnitude da taxa de incremento em altura	25,33
Magnitude da taxa de incremento diamétrico	20,00
Ordem das alturas absolutas	25,33
Ordem das médias das alturas	20,00

Os resultados acima indicam que o método da "Ordem do escore qualitativo" foi o mais eficiente de todos, em comparação com o método da "Ordem escore quantitativo". Embora o método padrão não tenha precisão absoluta, êle foi considerado como possuindo eficiência de 100%, para efeito comparativo.

O fato de que o método da "Ordem do escore qualitativo" tenha apresentado maior eficiência que os demais, em comparação com o padrão, pode ser explicado porque as variáveis consideradas para a obtenção de ambos os métodos "Ordem do escore quantitativo e qualitativo" foram as mesmas e, aparentemente, a apreciação visual da altura e diâmetro foi feita com boa precisão.

O processo da "Magnitude da taxa de incremento em altura" apresentou eficiência inferior ao da "Ordem do escore qualitativo". Isto se compreende pelo fato de que êste último foi classificado por um

escore onde entraram quatro variáveis, enquanto que aquêles foi classificado pelos coeficientes lineares das equações das curvas de crescimento em altura: uma só variável.

A eficiência diminuiu ainda mais na classificação pela "Magnitude da taxa de incremento diamétrico". Explica-se o fato pelas mesmas razões discutidas para a altura, agravadas pelo excessivo número de coeficientes quadráticos negativos que dificultaram a classificação. Quando se compara uma equação que tenha coeficiente linear pequeno e quadrático grande (positivos) com outra de coeficiente linear positivo grande e quadrático negativo, não se pode distinguir, a primeira vista, qual é a melhor equação de crescimento.

O "método da Ordem das alturas absolutas" ofereceu um resultado de 25,33% de eficiência em relação com o método padrão. Esta porcentagem pode ser considerada relativamente boa. O "método da Ordem das médias das alturas", não diferiu do da "Ordem da taxa de incremento diamétrico" em eficiência relativa. Contudo, apresentou desvantagem em eficiência, com relação aos demais.

Com o objetivo de comprovar o cálculo da eficiência relativa, procedeu-se uma análise de correlação entre o método padrão e todos os outros estudados. Foram calculados os coeficientes de correlação para todos os sítios e para cada método em relação com o padrão (Quadro 16).



Quadro 16. Correlações entre o método padrão e os demais, por sítio.

Variáveis	Coeficientes de Correlação (r)		
	"Puente Cajon"	"Bajo San Lucas"	"Florencia Sur"
Padrão vs. Ordem do escore visual	0,6025	0,5662	0,6035
Padrão vs. Mag. incr. em altura	0,5673	0,4753	0,4930
Padrão vs. " " diamétrico	0,6121	0,3081	0,4758
Padrão vs. Ordem média das alturas	0,4022	0,2365	0,5620
Padrão vs. Ordem das alturas absol.	0,3332	0,5645	0,7006

Pelos resultados acima verifica-se boa correlação entre o "método padrão" e o da "Ordem do escore qualitativo", em todos os sítios. Há uma relativa estabilidade do método em todos os sítios estudados. As demais combinações foram pobres no conjunto dos três sítios. A correlação entre o "método padrão" e o da "Ordem das alturas absolutas", no sítio "Florencia Sur", apresentou a maior correlação. Contudo, no sítio "Puente Cajon", a correlação foi baixa. Esta discrepância pode ser traduzida como uma instabilidade do método. Contudo, a eficiência relativa para este método, no cômputo geral, foi boa.

O "método da Magnitude taxa de incremento em altura" ofereceu certa estabilidade nos três sítios. Entretanto, a correlação média foi baixa.

## 5. DISCUSSÃO

O sistema de parcelas individuais, para provas de espécies ou procedências florestais, é de duração relativamente curta. Briscoe (8) assinala que a fase pode se estender até que a árvore atinja um diâmetro comercial de 15 cm. Após esta fase é necessário decidir quais as espécies ou procedências que devem continuar no processo de provas ou quais devem ser eliminadas. Esta possível eliminação apresenta pontos negativos e positivos. Por um lado, há a vantagem de rejeitar as espécies-procedências que não apresentam desenvolvimento satisfatório no local da introdução. Por outro, corre-se o risco de refugar espécies de crescimento inicial menos rápido, mas de alto valor comercial ou então aceitar espécies de rápido crescimento, mas de pouco valor econômico. Por exemplo, no experimento analisado, Ochroma lagopus apareceu sempre entre as primeiras classificadas como melhor espécie. Pinus caribaea var. caribaea, quando apareceu, estava colocada nos últimos postos da classificação. O valor econômico desta última, entretanto, é muito superior ao insignificante valor da primeira.

O sistema tem aplicação limitada e serve somente para avaliar crescimento inicial de espécies florestais. Uma modificação do sistema atual, introduzindo uma estratificação das espécies-procedências segundo suas características de crescimento, valor econômico, tolerância à sombra, etc, poderá torná-lo mais útil para selecionar espécies florestais.

O presente estudo, além de outros objetivos, foi uma tentativa de estabelecer diretrizes para a tomada de decisão quanto as espécies que se prestarão para reflorestamento numa área de prova. Os resultados alcançados apresentam algumas restrições: não foram considerados o valor econômico, o custo de estabelecimento e as propriedades tecnológicas das espécies. Qualquer aplicação dos métodos propostos deverá incluir as variáveis acima citadas e possivelmente outras adicionais.

Não se pode afirmar que o "método da Ordem do escore quantitativo", embora usado como padrão, seja absolutamente preciso. Os valores das variáveis forma e sanidade, usados para a obtenção do escore classificador, foram subjetivos, pois cada sítio foi julgado por grupos diferentes. Não obstante, a análise discriminatório indicou que essas variáveis não tiveram valores significantes. Isto dá maior confiabilidade ao método, uma vez que as variáveis altura e diâmetro não foram subjetivas, mas sim, valores dendrométricos.

O "método da Ordem do escore qualitativo" apresentou relevante inferioridade em relação ao método padrão. A diferença existente entre os dois pode ser devida a três fatores principais: a) erro cometido pelos julgadores; 2) execução do julgamento por grupos distintos para cada sítio, quando o correto seria um só grupo para julgar as espécies nos três sítios e, 3) valores subjetivos atribuídos às variáveis no processo do escore qualitativo. Embora este método tenha apresentado eficiência relativa baixa, em comparação com o padrão, foi o mais eficiente entre todos e poderá ser usado com vantagem. Com a pouca influência

da forma e sanidade, poderá reduzir o julgamento a duas variáveis (ou considerar outras não utilizadas neste estudo, tais como o fator econômico, custo de estabelecimento etc.), o que dispensaria a análise discriminatória e outras análises estatísticas complexas.

Com a redução das variáveis, o julgamento poderia ser realizado visualmente, no campo. O critério do julgamento visual é prática aceitável para recomendar espécies para reflorestamento. Golfari (20) considera tal procedimento um guia para decidir se a espécie introduzida se adapta ao novo ambiente. Briscoe<sup>x</sup> recomenda a eliminação das piores espécies visualmente. A eficiência do método poderá ser aumentada, eliminando-se as fontes de erro citadas. Neste processo de julgamento visual, para efetuar-lo de forma mais precisa, é importante observar todas as árvores de um só ângulo e atentar para as diferenças de níveis do terreno quando se compararem as alturas.

Os métodos Magnitude da taxa de incremento em altura e diâmetro, embora tenham eficiências relativas regulares, não apresentam vantagens de ordem prática. Para se lograr uma classificação confiável é necessário combinar as taxas de incremento linear com o incremento quadrático. O fato de se considerar apenas uma variável, para ambos os métodos, torna-os menos precisos que o de "Ordem do escore qualitativo". Em adição são métodos que requerem conhecimentos técnicos para

---

<sup>x</sup> Comunicação pessoal, Mississippi (USA), 17 de setembro de 1970.

sua aplicação, como calcular coeficientes e efetuar medidas de parâmetros. Se o objetivo do estudo é encontrar métodos simples, não se justifica a sua aceitação.

O método da "Ordem das alturas absolutas", embora tenha se mostrado pouco estável pela análise de correlação, apresentou uma eficiência relativa regular e uma ótima correlação com o método padrão, no sítio "Florençia Sur". A correlação foi boa também no sítio "Bajo San Lucas". Contudo em "Puente Cajon" apresentou correlação baixa. Pela sua simplicidade, o método poderá ser usado com vantagens. Muitos estudos têm demonstrado que a altura é ótimo indicador de adaptação e desenvolvimento de espécies florestais (20, 25). A vantagem deste método é que não se necessita medir as alturas de todas as árvores para estabelecer a classificação. Medem-se somente as dominantes e segundo o número de espécies-procedências desejado, para o estágio seguinte, elaboram-se a classificação. O número de espécies a ser promovido será função da disponibilidade de recursos financeiros para o empreendimento (4).

A análise de correlação corroborou a baixa eficiência do "método da Ordem das alturas médias". Seu uso poderá ser substituído pelo das alturas absolutas. As razões pelas quais a eficiência deste método foi a mais baixa não está bem clara. Era de se esperar resultados equivalentes aos do "método da Magnitude da taxa de incremento em altura" e o da "Ordem das alturas absolutas".

O ajuste das curvas foi o instrumento básico para avaliar a

tendência do crescimento das espécies-procedências, em altura e diâmetro. Pela observação dos coeficientes e pelo traçado de algumas curvas verifica-se que a altura teve um incremento acelerado nos dois primeiros anos. A aplicação da derivada parcial à função de crescimento linear e quadrática, indica que tal crescimento seguirá aumentando durante muitos meses. A conclusão que se tira daí é a de que a avaliação poderá resultar numa classificação distinta da atual, se fôsse elaborada no passado ou se viesse a ser feita no futuro.

O acelerado crescimento ocorrido nos sítios "Florencia Sur" e "Bajo San Lucas" não se repetiu em "Puente Cajon", possivelmente, por razões de má drenagem neste sítio. Entretanto, para as espécies-procedências analisadas, o crescimento em altura não paralizou ainda, neste sítio, mas está ocorrendo de modo mais lento. Das 77 espécies-procedências do experimento original, constantes do apêndice, 52 de cada sítio foram rejeitadas por apresentarem crescimento indesejável. Os resultados do presente estudo, portanto, são válidos para as espécies-procedências analisadas.

A análise de tendência diamétrica indica que algumas espécies-procedências analisadas seguem um ritmo menos acelerado de crescimento. A aplicação da derivada parcial à função de crescimento diamétrico, revela que muitas delas apresentaram um ponto máximo em suas curvas de crescimento. A Figura 7 mostra uma curva ajustada de crescimento diamétrico, da espécie Schizolobium parahybum, com ponto máximo de crescimento aos 16,8 meses de idade. A partir deste ponto, a curva teórica declinaria, o que não teria uma justificativa biológica

razoável. Considerando que o experimento tem duração de 24 meses apenas, muitos fatores climatológicos como excesso de precipitações ou sequias, poderiam influenciar, significativamente, o ritmo de crescimento, em um período tão curto. Como o delineamento de parcelas individuais é para duração reduzida (8), os resultados tomados nesta fase, devem ser aceitos com reservas. O método da "Magnitude da taxa de incremento diamétrico", por conseguinte, não é confiável. Além disso, é um método de execução difícil e muito dispendioso.

A média em altura para " Puente Cajon " foi aproximadamente 50% mais baixa que a do crescimento nos outros dois sítios. As alturas médias e os diâmetros médios, entretanto, expressam um ótimo crescimento para estas duas variáveis, no período de 24 meses, ainda que muito uniforme para as diversas espécies-procedências.

A análise dos componentes de variância teve duas funções importantes: determinar os fatores de contribuição para a variabilidade total do crescimento em altura e agrupar as repetições tratadas com as não tratadas, já que o tratamento não apresentou resultado significativo (Quadro 4). O "fertilizante" contribuiu com a insignificante porcentagem de 1,12. O resultado deste efeito foi surpreendente, mas não absurdo. Ainda que alguns estudos tenham mostrado influência da fertilização no crescimento inicial de algumas espécies florestais na área pertencente ao IICA (38, 46), é possível que o efeito seja anulado quando as espécies já tenham atingido um grau de desenvolvimento maior. Sobre tudo, em solos de boa fertilidade como "Bajo San Lucas" e "Florencia Sur", admite-se que a ação do fertilizante seja sem importância.

A expressiva contribuição do efeito do sítio na variabilidade total, com 50% de influência no crescimento em altura, comprova a importância da localidade no estabelecimento de espécies florestais (45, 53). Akhromeiro (1), menciona que a adaptação de uma espécie florestal introduzida é determinada, em grande parte, pelas características do sítio em que foi estabelecida. Algumas espécies, entretanto, podem suportar maior ou menor grau a deficiência da qualidade do sítio (18).

Os componentes aleatórios (erro), como expressão dos componentes não controláveis, teve uma participação ativa na variação total do crescimento em altura, da ordem de 30,19%. Ainda que esta participação seja alta, ela não afeta a precisão dos outros efeitos descritos. Teoricamente, se fôssem consideradas tôdas as fontes de variação, não haveria erro.

A contribuição das próprias espécies-procedências foi de 8,82%, justificando a importância dos estudos de procedências em programas de introdução de espécies florestais (31, 34, 43). Todo estudo de prova de adaptação de espécies deve ser precedido de observações a respeito da origem dessas espécies, para eliminar a possibilidade de fracasso.



## 6. CONCLUSÕES

1. O método da "Ordem do escore qualitativo", no qual as variáveis altura, diâmetro, forma e sanidade foram estimadas visualmente, demonstrou ser o mais eficiente para avaliar espécies de rápido crescimento, em comparação com o método padrão.
2. O método da "Ordem das alturas absolutas", pela sua eficiência relativa e simplicidade de emprêgo, poderá ser usado com vantagens sobre os outros que usam uma única variável.
3. Para as condições do estudo, a fertilização não influiu significativamente no crescimento em altura das espécies-procedências. O fator que mais contribuiu foi o "sítio", com 50% na variabilidade total do crescimento em altura.
4. A altura foi a variável que revelou maior fôrça discriminatória pela análise dos fatores múltiplos.
5. A taxa de crescimento em altura, para tôdas as espécies-procedências analisadas, segue em ritmo acelerado, sobretudo nos sítios "Florençia Sur" e "Bajo San Lucas"; enquanto a de crescimento diâmétrico, em muitos casos, apresentou um desaceleramento.

RESUMO

O crescente consumo de madeira na América Latina e em todo o mundo, alertou os responsáveis pela política florestal de muitos países, sobre a necessidade de melhorar as fontes de produção de madeira. Um dos aspectos que pode contribuir para o aumento de produção de madeira é o de introdução de espécies de rápido crescimento e propriedades tecnológicas desejáveis.

Embora estudos sobre provas de espécies prometedoras tenham sido feitos na América Latina, nenhuma avaliação de suas eficiências foi elaborada. Os objetivos principais do presente estudo foram: a) comparar quantitativa e qualitativamente diferentes métodos de avaliação de espécies de rápido crescimento no processo de parcelas individuais; b) avaliar o crescimento das espécies-procedências em parcelas individuais e c) discriminar os componentes de influência no processo de parcelas individuais.

Para concretizar os objetivos do estudo, foi realizada uma análise discriminatória das espécies em função de 4 variáveis de resposta, outra análise referente a estimativa da tendência do crescimento em altura e diâmetro e finalmente a análise de componentes de variância.

A análise discriminatória das variáveis altura, diâmetro, forma e sanidade revelou que a altura foi a que apresentou maior força discriminatória para a classificação das espécies-procedências.

A análise dos componentes de variância mostrou o sítio como a

fonte de variação de maior influência na variabilidade total, ou seja, 50,00%. A fertilização, com uma contribuição de 1,12% não apresentou influência significativa na variância total. As espécies e a inter-relação entre sítio e espécies contribuíram com 8,82 e 7,80%, respectivamente. As demais fontes de variabilidade não influenciaram o crescimento.

O crescimento em altura e diâmetro em "Puente Cajon", apresentou desenvolvimento duas vezes inferior ao apresentado nos outros dois sítios. As médias em altura para os três sítios foram: "Puente Cajon" = 4,5 m, "Florencia Sur" = 8,5 m e "Bajo San Lucas" = 8,2 m.

Os métodos utilizados para a eleição das espécies de rápido crescimento foram: Ordem do escore quantitativo, Magnitude da taxa de incremento em altura, Magnitude da taxa de incremento diamétrico, Ordem das médias das alturas, Ordem das alturas absolutas e Ordem do escore qualitativo.

Para efeito de comparação o método da Ordem do escore quantitativo foi considerado padrão, isto é, com eficiência 100,00%. O cálculo da eficiência de cada método foi estabelecido pela fórmula:

$$Er = \frac{Nc}{Nt} \times 100$$

Onde: Er = eficiência relativa

Nt = número total de espécie classificada por método

Nc = número de coincidência

O método da Ordem do escore qualitativo foi o que apresentou

maior eficiência relativa com 31,00% em relação com o padrão. Os métodos da Ordem das alturas absolutas e o da Magnitude da taxa de incremento em altura apresentaram eficiências relativas de 25,33% e os demais tiveram eficiências de 20,00% em relação com o padrão.

Para comprovar o cálculo da eficiência relativa, efetuou-se uma análise de correlação entre o método padrão e os demais. O método da Ordem do escore qualitativo foi o que apresentou correlação média mais alta. Diante dos resultados conclui-se que o método da Ordem do escore qualitativo foi o mais eficiente em relação com o padrão e o da Ordem das alturas absolutas pode ser usado pela sua eficiência e simplicidade.

## S U M M A R Y

The increase in wood consumption in Latin America as well as the rest of the world has alerted those concerned with forestry in many countries about the need to accelerate wood production. One factor that can contribute towards an increase in wood production is the introduction of fast growing tree species with desirable technical properties.

These species are generally tried out in pure blocks which vary in size and number of trees per block. Of more recent date are the single tree plots trials in which the growth of a great number of species and/or provenances, distributed randomly in blocks, is compared. Each tree and/or provenance in the block is considered a plot, and statistically valid comparisons of growth between species and/or provenances can be made.

Although single tree plot trials have been in existence for more than 10 years, little research has been carried out to investigate whether the comparison of growth between species in these plots can be determined more efficiently than through measuring height and diameter of the species involved.

The main objectives of the present study were: a) to compare qualitatively and quantitatively six methods of evaluating the growth of tree species and provenances established in 12 blocks in 3 locations. b) To determine the growth of the 25 most promising species and provenances in the single tree plots, and c) to determine the influence of the variables of site, fertilization, species, provenances and replications, as well as their interactions, in the process of evaluating growth in single tree plots.

A discriminant analysis of the differential response of species has been carried out on the basis of the variables height, diameter, tree form and health, which revealed that the variable height, had the greatest power of discrimination, and is a good variable to classify growth of species and provenances in single tree plots.

The analysis of variance indicated that the variable site had the greatest contribution to total variability (50%). Fertilization, on the other hand, had no significant influence on growth of the trees during the 24 months of the experiment and contributed only approximately 1% of the total variance. Species and interactions between site and species contributed approximately 9 and 8% respectively. Other sources of variability did not appear to influence growth.

Of the three locations where the single tree plot trials were established the trees of the site "Puente Cajón" showed an average growth in height and diameter which was only half of that of the other two sites ("Florencia Sur" and "Bajo San Lucas"). Average height growth in 24 months of the 25 most promising species in the three locations were: "Puente Cajón": 4.5 m. "Florencia Sur": 8.5 m. and "Bajo San Lucas", 8.2 m.

The methods used to evaluate growth of the 25 most promising species and provenances were based on: 1) a quantitative score; 2) the magnitude of height increment during the 24 months; 3) the magnitude of diameter increment during the 24 months of the study; 4) average height; 5) absolute height and 6) a qualitative score based only on visual observations.

As the quantitative score was based on actual height and diameter measurements of the trees, this method was considered to have an efficiency of 100 percent. The efficiency of the other methods was determined by the formula:

$$E_r = \frac{N_c}{N_t} \times 100$$

in which,  $E_r$  = the relative efficiency  
 $N_t$  = the total number of species classified  
 $N_c$  = number of species which coincided in rank order, with the  
quantitative score.

Comparisons of the five methods with the method of the quantitative score, revealed that the method based on visual observations only (qualitative score) resulted most efficient, having a relative efficiency of 31.0%. The methods based on absolute height and magnitude of height increment presented a relative efficiency of 25.3% and 20.0% respectively.

To confirm the calculations of the relative efficiency of these methods, a correlation analysis was carried out, which indicated that the method based on visual observations (qualitative score) presented the highest correlation with the actual growth measurements. The method based on the absolute height of the trees, although somewhat less efficient, might be considered as an alternative in view of its simplicity.

LITERATURA CITADA

1. AKHROMEIRO, A. J. Physiological basis of the establishment of hardy forest. Traduzido do russo por Raya Karchon. Washington, D.C., National Science Foundation, 1968. 313 p.
2. ANDERSON, M. L. The selection of tree species. 2<sup>nd</sup>. ed. London, Oliver and Boyd, 1961. 154 p.
3. BARRES, E. Organizing silvicultural research to clarify plantation investment opportunities with special reference to species trials. Meeting of UNDP/FAO field specialist on tree species trials. Trinidad, 1967. Turrialba, IICA, 1967. 5 p. (Mimeografiado).
4. \_\_\_\_\_. Organizing silvicultural research in Perú. Turrialba, IICA, 1969. 17 p. (Mimeografiado).
5. BIN CHE YEON, F. Report on the FAO/UNDP training center on forest seed and tree improvement. Malayan Forester 30(2):109-118. 1967.
6. BOYCE, J. S. La introducción de árboles exóticos - peligros procedentes de enfermedades y plagas. Unasyuva 8(1):8-14. 1954.
7. BRISCOE, C. B. Statistically valid planting trials. In World Eucalyptus Conference, 2nd., São Paulo, 1961. Report and documents. Rio de Janeiro. Impressora Irmãos, 1961. v.1. pp. 525-531.
8. \_\_\_\_\_. Initial field testing for forest tree improvement. Río Piedras, Puerto Rico, United States Forest Service, Institute of Tropical Forestry, 1965. 21 p.
9. BROWN, J. H. Variation in roots of greenhouse grown seedlings of different scotch pine provenances. Silvae Genetica 18(4): 111-117.
10. BURLEY, J. Methodology for provenance trials in the tropics. Unasyuva 23(3):24-28. 1969.
11. CALLAHAM, R. A. Provenance research investigation of genetic diversity associated with geography. Unasyuva 18(2-3):40-50. 1964.
12. CHAMPION, H. e BRASNETT, N. V. Elección de especies arboreas para plantación. Roma, FAO, 1959. 375 p.



13. DONDOLI, B. C. e TORRES, M. J. A. Estudio geográfico de la región oriental de la Meseta Central. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industria, 1954. 180 p.
14. EDWARDS, M. V. e HOWEL, R. S. Planning an experimental programs for species trials. Apresentado ao British Commonwealth Forestry. Conference, 8th. London, Forestry Commission, 1962. 11 p.
15. FREESE, F. Elementary statistical methods for foresters. United States Forest Service. Agricultural Handbook nº 317. 1967. pp. 27-28.
16. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. A guide to tree species trials in tropical America (Draft). Rome, Forestry and Forest Industries Division, 1968. 80 p. (Mimeografiado).
17. \_\_\_\_\_. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma, 1969. pp. 66-67.
18. GIBBS, J. A. e LIGON, W. S. The correlation of sites and species in tree planting. Soil Science Society of America, Proceeding 6:413. 1941.
19. GLERUM, C. e PIERPOINT, G. The influence of soil moisture deficits on seedling growth of tree coniferous species. Forestry Chronicle 44(5):26-29. 1968.
20. GOLFARI, L. Coníferas aptas para repoblaciones forestales en el Estado de São Paulo. Silvicultura em São Paulo 6:7-62. 1967.
21. GOOR, A. Y. e BARNEY, C. W. Forest tree planting in arid zones. New York, Ronald Press, 1968. 409 p.
22. HARDY, F. The soils of I.A.I.A.S. area. Turrialba, IICA, 1961. 76 p. (Mimeografiado).
23. HOLDRIDGE, L. R. Life zone ecology. Edição revisada. San José, Costa Rica, Tropical Science Center, 1967. 206 p.
24. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA. Resumen de datos meteorológicos desde la iniciación de observaciones, 1944 hasta diciembre 31, 1969. Turrialba, Costa Rica, 1970 1 p.
25. JACK, W. H. Single tree sampling in even-aged plantations for survey and experimentation. In International Union of Forestry Research Organization. Congress 14<sup>th</sup>, München, 1967. München, 1967. v. 6. pp. 379-403.

26. JONES, R. J. Review and comparison of site evaluation methods. United States Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station Research Paper RM-51. 1969. 27 p.
27. KAUSHIK, R. C. e QURESHI, I. M. Planning for industrial plantations. Indian Forester 95(1):5-14. 1969.
28. KRAMER, P. J. e KOSLOWSKI, T. T. Environment factors affecting growth. In KRAMER, P. J. e KOSLOWSKI, T. T. Physiology of trees. New York, McGraw Hill, 1960. pp. 468-535.
29. KUCHLER, A. W. Vegetation mapping. New York, Ronald Press, 1967. 472 p.
30. LEUCHARS, D. The planning and practice of trials of exotic species. British Commonwealth Forestry Conference East Africa, 8th, Uganda, 1962. 12 p.
31. LINES, R. The planning and conduct of provenance experiments. In FAO World Symposium on Man-Made Forests and their Industrial Importance, Camberra, Australia, 1967. Roma, FAO, 1967. v.3. pp. 1429-1446.
32. MOK, S. T. Growing trees for the future. Malayan Forester 22(1): 40-59. 1969.
33. MORANDINI, R. Planning of species and provenance trials. In FAO World Symposium on Man-Made Forests and their Industrial Importance. Camberra, Australia, 1967. Roma, FAO, 1967. v.1. pp. 189-204.
34. PERRY, T. O.; CHI-WU, W. e SCHMITT, D. Height growth for loblolly pine provenances in relation to photoperiod and growing season. *Silvae Genetica* 15(3):61-64. 1966.
35. PITCHER, J. A. e DORN, D. E. A new form for reporting hardwood superior tree candidates. In tree Improvement Conference, 5th. Wooster, 1966, Proceedings. Wooster, Ohio Agricultural Research and Development Center, 1967. pp. 7-12.
36. RUDULF, F. O. Guide for selecting superior forest trees and stands in the Lakes States. United States Forest Service. Lake State Forest Experimental Station. Station Paper n<sup>o</sup> 40. 1956. 32 p.
37. SAHNI, K. C. Forest tree introduction in India, its score and importance. Indian Forester 91(1):43-57.

38. SALAZAR, J. F. Comportamiento individual del Eucalyptus deglupta Bl. a seis niveles de NP durante el primer año de crecimiento. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1970. 82 p.
39. SAUCIER, J. R. e TRAS, M. A. Wood density variation among six longleaf pine seed sources grown in Virginia. *Journal of Forestry* 64(7):
40. SHIUE, C. e SCOTT, S. P. Some considerations on the statistical design for provenance and progeny tests in the improvement programs. *Forest Science* 7(2):116-122. 1961.
41. SIEGEL, S. Non parametric statistics for the behavioral sciences. New York, McGraw-Hill, 1956. 312. p.
42. SNEDECOR, G. W. Short cuts and approximations. In SNEDECOR, G. W. *Statistical methods*. 4th ed. Ames, Iowa State College Press, 1946. pp. 89-102.
43. THOR, E. e BROWN, J. B. Variation among six loblolly pine provenances tested in Tennessee. *Journal of Forestry* 60(7):476-480. 1962.
44. THORNTHWAITTE, C. W. e HARE, F. K. La clasificación climatológica en dasonomía. *Unasyuva* 9(2):55-63. 1955. p. 55-63
45. TRIMBLE, G. R. e WEITZMAN, S. Jr. Site index studies of Upland oaks in the Northern Appalachians. *Forest Science* 2(3):162-173. 1956.
46. VALDIVIA, S. V. Efecto de la fertilización en el crecimiento inicial del Anthocephalus cadamba Miq. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1969. pp. 16-18.
47. VIRO, P. J. One tree plots in manuring mature sands. In International Union of Forestry Research Organization, 14th, 1967. Congress. München, 1967. v. 4. pp. 597-607.
48. WAKELEY, P. C. e BERCAN, T. E. Loblolly pine provenance test at age 35. *Journal of Forestry* 63(3):168-174. 1965.
49. WESTERSHELM, W. W. e HUFNAGL, H. Improvement through racial selection and testing. In World Forestry Congress, 5th. Proceeding, 1960, Washington. University of Washington, 1960. pp. 775-777.

50. WRIGHT, J. W. e FREELAND, F. D. Plot size and experimental efficiency in forestry genetic research. Michigan States University. Department of Forestry. Technical Bulletin 280. 1960. 28 p.
51. \_\_\_\_\_. Introducción de árboles. Unasyuva 17(1):28-32. 1963.
52. \_\_\_\_\_. Mejoramiento genético de los árboles forestales. Roma, FAO, 1964. 437 p.
53. ZAHNER, R. Field procedures for soil site classification of pine-land in South Arkansas and North Louisiana. U. S. Department of Agriculture. Forest Service. Occasional Paper 155. 1957. 17 p.

A P E N D I C E S

Apêndice 1. Relação das espécies-procedências de experimento original

<u>Árvore</u>	<u>Espécie</u>	<u>Família</u>	<u>Procedencia</u>
1	Pinus caribaea var. caribaea	Pinaceae	Cuba
2	" " " "	"	Cuba
3	" " " bahamensis	"	Bahamas
4	" " " hondurensis	"	Nicaragua
5	" " " "	"	Honduras Británicas
6	" Khasya Royle	"	India
7	" " "	"	Tailândia
8	" oocarpa schilde	"	Honduras
9	" elliottii Engelm	"	Austrália
10	" tropicais Morelet	"	Cuba
11	" occidentalis Swartz	"	República Dominicana
12	Araucária hunsteinii K. Schum	Aracuariaceae	Nova Guiné
13	" cunninghamii Sweet	"	África do Sul
14	Entandrofragma utile (Daw & Sprang	Sprang Meliaceae	Gana
15	Eucalyptus saligna Sm.	Myrtaceae	India
16	" "	"	India
17	" " grandis	"	Zambia
18	" grandis Hill	"	Austrália
19	" "	"	África do Sul
20	" maculata Hook	"	África do Sul
21	" "	"	Kenia
22	" robusta Sm.	"	Austrália
23	" hibrido	"	India

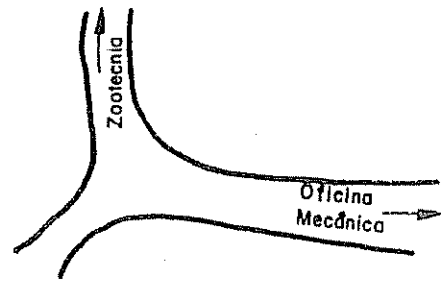
<u>Árvore</u>	<u>Espécie</u>	<u>Família</u>	<u>Procedencia</u>
24	Eucalyptus deglupta Bl.	Myrtaceae	Austrália
25	" alba Reinw	"	Austrália
26	" kirtoniana F.v.M.	"	Austrália
27	" tessularis F.v.M.	"	Austrália
28	" citriodora Hook	"	Franca
29	Toona ciliata var. australis M. Roem	Meliaceae	Hawai
30	Khaya ivorensis A. Chev.	"	Costa do Ivori
31	Cedrela odorata L.	"	Costa Rica
32	" "	"	Gana
33	Swietenia humilis Zuccarini	"	Costa Rica
34	" macrophyla/mahagoni	"	Porto Rico
35	" macrophyla King	"	Honduras Britanicas
36	Bombax malabaricum DC.	Bombacaceae	Hong Kong
37	Bombacopsis quinatum (Jacq.) Dugand	"	Costa Rica
38	Ceiba pentandra (L.) Gaertn	"	Costa Rica
39	Ceiba pentandra	"	Ceilao
40	" "	"	Venezuela
41	Ochroma lagopus Sw.	"	Costa Rica
42	" "	"	Guatemala
43	Terminalia ivorensis A. Chev.	Combretaceae	Ignorado
44	" "	"	Serra Leao
45	" "	"	Gana
46	" "	"	Serra Leao

<u>Árvore</u>	<u>Espécie</u>	<u>Família</u>	<u>Procedencia</u>
47	<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev.	Combretaceae	Nigéria
48	" <i>myriocarpa</i> Heurck & Muell. Arg.	"	India
49	<i>Gmelina arborea</i> L.	Verbenaceae	Nova Guiné
50	" "	"	Serra Leao
51	" "	"	Ignorada
52	" "	"	África do Sul
53	<i>Tectona grandis</i> L.	"	Costa Rica
54	" "	"	Trinidad
55	" "	"	Costa Rica
56	" "	"	Costa Rica
57	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	Oleaceae	Colombia
58	" <i>uhdei</i> (Wenzig) Linglsheim	"	Estados Unidos
59	<i>Cordia alliodora</i> Cham.	Borraginaceae	Venezuela
60	" "	"	El Salvador
61	<i>Colubrina ferruginosa</i> Brough	Rhamnaceae	Cuba
62	" "	"	Costa Rica
63	<i>Albizzia falcata</i>	Leg. Mimosoi de	Filipinas
64	" "	"	Hong Kong
65	" "	"	Fiji
66	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Gris	"	Costa Rica
67	<i>Schizolobium parahybum</i> Vogel	"	Costa Rica



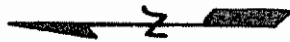
<u>Árvore</u>	<u>Espécie</u>	<u>Família</u>	<u>Procedencia</u>
68	<i>Alnus nepalensis</i> D. Don	Betulaceae	Estados Unidos
69	" <i>jurulensis</i> H.B.K.	"	Costa Rica
70	<i>Virola koschnnii</i> Warb	Myristicaceae	Costa Rica
71	<i>Hibiscus elatus</i> D.C.	Malvaceae	Granada
72	" "	"	Jamaica
73	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight	Leg. Cesalpi- noide	India
74	" "	"	India
75	" "	"	Kenia
76	<i>Anthocephalus cadamba</i> (Roxb.) Mig	Rubiaceae	Porto Rico
77	<i>Juglans boliviana</i> Dode	Juglandaceae	Turrialba

BLOCO I (Adubado)										BLOCO II (Ndo adubado)										BLOCO III (Adubado)										BLOCO IV (Ndo adubado)									
58	60	62	65	69	68	66	51	50	54	55	44	48	43	13	9	8	2	5	6	1	56	55	52	49	45	43	44												
57	59	61	70	63	67	64	49	52	53	56	47	46	45	12	14	10	11	3	7	4	53	54	51	50	46	48	47												
54	56	50	52	43	45	47	1	10	7	9	2	11	13	29	30	34	41	42	37	40	76	77	72	71	73	75	74												
55	53	49	51	44	46	48	14	3	8	6	4	5	12	32	35	31	33	36	38	39	4	1	3	8	10	7	12												
32	31	29	42	38	36	39	62	67	69	63	64	58	60	75	73	74	77	76	72	71	14	6	11	2	9	5	13												
34	35	33	30	37	40	41	61	70	66	68	65	59	57	25	20	24	19	27	22	23	39	40	41	34	35	30	32												
11	2	1	8	6	3	12	71	72	73	74	75	77	76	28	17	16	18	15	21	26	38	37	42	36	31	33	29												
14	10	9	5	4	7	13	40	38	37	32	35	31	29	61	67	65	64	66	60	58	15	22	21	16	24	20	25												
15	18	20	19	26	27	17	39	41	36	42	34	30	33	62	70	68	69	63	57	59	27	18	26	19	28	18	23												
16	25	28	21	24	22	23	18	24	17	16	25	21	28	45	46	47	56	54	51	49	57	60	62	65	69	63	64												
74	75	73	77	76	72	71	20	23	22	26	27	19	15	43	44	48	55	53	52	50	58	59	61	70	66	68	67												



Apêndice 2. Mapa de localização dos blocos e parcelas em "Florençia Sur" e representação numérica das espécies-procedências distribuídas, aleatoriamente dentro dos blocos.

Ensaio de procedência de Juglans boliviana



BLOCO I  
(Não adubado)

51	50	43	45	47	55	56
52	49	48	46	44	53	54
22	15	21	19	16	26	23
25	27	20	17	28	18	24
74	75	73	76	70	72	71
13	77	2	6	1	4	11
12	10	5	3	7	9	8
61	59	60	69	66	63	65
62	14	58	57	68	64	67
33	30	32	40	37	36	39
34	31	29	30	41	42	38

BLOCO II  
(Adubado)

77	1	7	4	9	5	13
3	10	11	8	2	6	12
52	50	56	53	43	48	45
49	51	55	54	44	46	47
15	18	17	22	27	20	21
19	23	26	16	28	24	25
31	34	33	41	42	39	37
32	29	30	35	40	38	36
62	60	57	69	64	66	65
61	14	58	59	68	67	63
72	71	70	75	74	73	76

BLOCO III  
(Não adubado)

72	71	70	73	74	75	76
42	38	41	36	29	33	34
39	37	40	32	35	30	31
77	10	5	8	1	7	3
13	12	6	2	9	4	11
52	50	54	53	43	46	47
49	51	56	55	48	45	44
15	28	24	25	21	26	18
17	19	23	22	16	27	20
61	66	64	68	67	57	60
62	14	63	69	65	58	59

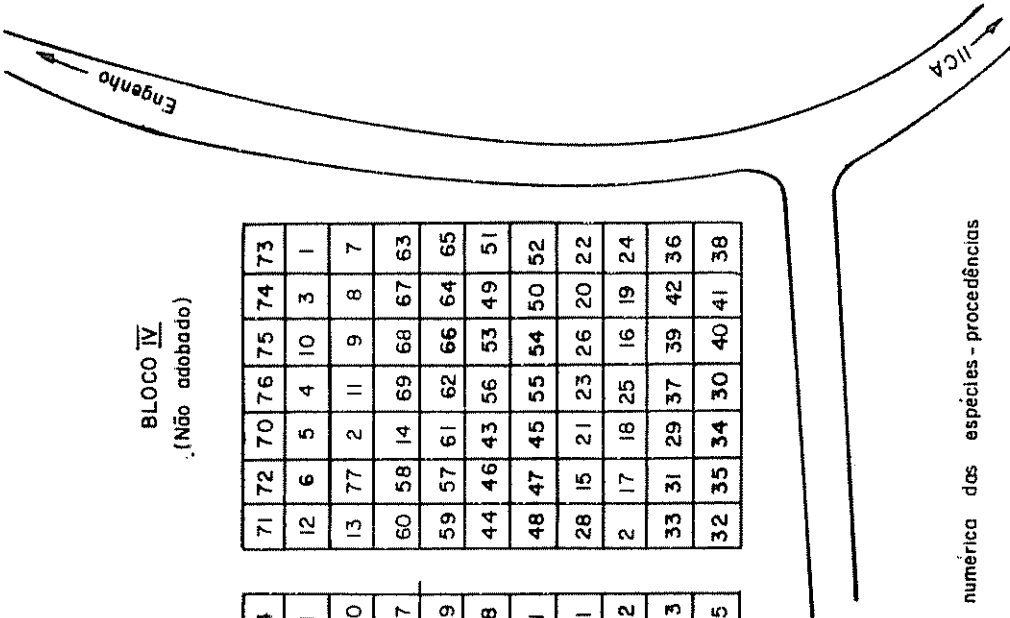
BLOCO IV  
(Adubado)

69	68	65	14	61	57	58
64	67	63	66	62	60	59
17	28	26	22	20	27	21
16	18	25	19	24	23	15
73	74	75	76	71	72	70
47	48	43	52	49	53	54
46	44	45	50	51	56	55
41	36	38	39	2	33	30
42	37	40	39	32	34	31
77	8	2	4	1	10	12
6	9	5	3	7	11	13

← Caminho

Ensaio de procedência de Swietenia macrophylla

Apêndice I. Mapa de localização dos blocos e parcelas em "Baía San Lucas" e representação numérica das espécies - procedências distribuídas aleatoriamente dentro dos blocos



BLOCO I  
(Adobado)

50	51	56	54	45	44	48
52	49	53	55	47	46	43
76	70	72	71	73	75	74
61	60	58	63	67	65	68
62	59	57	14	66	64	69
33	35	31	37	42	39	36
34	30	29	32	41	38	40
8	11	5	7	6	9	13
4	2	3	1	10	77	12
22	19	16	20	15	24	18
27	28	25	21	26	23	17

BLOCO II  
(Não adobado)

39	38	36	42	31	33	34
37	40	41	30	32	29	35
27	16	23	24	21	17	26
28	20	19	18	15	25	22
12	5	3	8	6	2	9
13	77	1	7	9	10	11
51	52	44	43	47	56	55
49	50	46	45	48	54	53
14	58	57	61	62	65	63
69	68	59	60	67	66	64
76	70	72	71	74	73	75

BLOCO III  
(Adobado)

12	9	8	5	2	7	4
13	77	6	3	11	10	1
15	24	26	19	25	28	20
23	18	22	17	21	16	27
62	58	59	14	63	64	69
61	57	60	67	66	65	68
75	73	74	70	76	72	71
30	34	31	32	40	39	41
35	33	29	37	38	36	42
52	51	44	48	45	54	53
49	50	46	43	47	56	55

BLOCO IV  
(Não adobado)

71	72	70	76	75	74	73
12	6	5	4	10	3	1
13	77	2	11	9	8	7
60	58	14	69	68	67	63
59	57	61	62	66	64	65
44	46	43	56	53	49	51
48	47	45	55	54	50	52
28	15	21	23	26	20	22
2	17	18	25	16	19	24
33	31	29	37	39	42	36
32	35	34	30	40	41	38

Apêndice 3. Mapa de localização dos blocos e parcelas em "Punte Cajón" e representação numérica das espécies - procedências distribuídas aleatoriamente dentro dos blocos