

EDIVÂNIA ROSA EVANGELISTA

**DESEMPENHO SILVICULTURAL E VARIABILIDADE GENÉTICA EM  
PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE ANGICO VERMELHO (*Anadenanthera  
macrocarpa* (Bentham) Brenan) EM BARBACENA - MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do Título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

E92d  
2003

Evangelista, Edivânia Rosa, 1977-

Desempenho silvicultural e variabilidade genética em  
progênies de meio-irmãos de angico vermelho  
( *Anadenanthera macrocarpa* ) ( Bentham ) Brenan ) em  
Barbacena – MG / Edivânia Rosa Evangelista. – Viçosa :  
UFV, 2003.  
89p. : il.

Orientador: Ismael Eleotério Pires  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa

1. Angico-vermelho - Variabilidade genética. 2. Angico-  
vermelho - Parâmetros genéticos. 3. Angico-vermelho -  
Crescimento. 4. *Anadenanthera macrocarpa*. I. Universi-  
dade Federal de Viçosa. II. Título.

CDO adapt. CDD 634.91653

EDIVÂNIA ROSA EVANGELISTA

**DESEMPENHO SILVICULTURAL E VARIABILIDADE GENÉTICA EM  
PROGÊNIES DE MEIO-IRMÃOS DE ANGICO VERMELHO (*Anadenanthera  
macrocarpa* (Bentham) Brenan) EM BARBACENA - MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do Título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 29 de Julho de 2003

---

Prof. Aloísio Xavier  
(conselheiro)

---

Prof<sup>a</sup>. Rita de Cássia Gonçalves Borges  
(Conselheira)

---

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva

---

Eng.<sup>o</sup> Flávio Pereira da Silva

---

Prof. Ismael Eleotério Pires  
(Orientador)

*“A sabedoria inspira a vida aos seus filhos, ela toma sob a sua proteção  
àqueles que a procuram, ela os precede no caminho da justiça.”*

*Eclo4, 12*

*Aos meus familiares dedico. Em especial a minha mãe e ao meu anjinho  
Natália.*

*Aos meus amigos ofereço com carinho.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, fonte de toda sabedoria, que nunca desampara aqueles que Nele esperam e a Sua Santa Mãe Maria, em quem eu tanto confio.

A meus pais, Juca e Terezinha, especialmente minha mãe, que lutou muito para que nosso futuro fosse melhor, trabalhando de sol a sol para nos sustentar e educar.

Ao meu esposo Pablo e a minha filha Natalia pelo carinho e pelos momentos de alegria a mim proporcionados.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização deste curso e à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais), pelo suporte financeiro.

Ao IEF (Instituto Estadual de Florestas) pela concessão do material experimental, especialmente a engenheira florestal Maria das Graças B. Rocha e ao gerente regional José Ivair de Castro pelo auxílio.

Ao professor Ismael Eleotério Pires, pela orientação, convivência e amizade ao longo de tantos anos.

Ao professor Cosme Damião Cruz pela ajuda e pelas sugestões.

Aos professores Paulo Roberto Cecon, Cláudio Horst Brückner, Haroldo Nogueira, pelas sugestões e críticas.

Ao professores Aloísio Xavier e Rita de Cássia Gonçalves Borges, pelos valiosos ensinamentos, pelas críticas e sugestões.

Ao engenheiro florestal Flávio Pereira pela disponibilidade e pelo apoio.

A meus irmãos Elaine, Eliana, Emerson, Edileine e Eliton que me deram todo apoio e carinho, estando sempre a meu lado.

Aos companheiros Gleison e Rodrigo pela ajuda na coleta e análise dos dados.

Aos amigos que tanto me ajudaram na realização deste trabalho e em outros momentos importantes da minha vida, em especial a Claudia, Aderlan, Rosalvo, Miranda e Simone.

Às minhas queridas amigas Ana Lúcia, Luzia, Marta, Irene, Edna, Eliane, Marli e Jacqueline, pela amizade e pelos momentos divertidos a mim proporcionados.

Às secretárias Jamile (Secretaria de Graduação do Departamento de Engenharia Florestal) e Elizete (Secretaria da Pró - Reitoria de Ensino) pelo tratamento e presteza.

Aos meus sobrinhos Gabriel, Helder, Evanderson, Igor, Dênis, Ruth Aline, Eduardo e Daniele pelo carinho e pelos momentos de distração.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

Edivânia Rosa Evangelista nasceu em Viçosa - Minas Gerais, em 24 de junho de 1977. cursou o ensino médio e fundamental na Escola Estadual Doutor Raimundo Alves Torres (ESED RAT), em Viçosa - MG, concluindo o ensino médio em 1995.

Em 1996, iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa. Durante a graduação participou de experimentos na área de Melhoramento Genético Florestal, vindo a realizar estágio na Bahia Sul Celulose S.A., nesta mesma área.

Em agosto de 2001, diplomou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, ingressando no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, concentrando-se na área de Silvicultura - Genética e Melhoramento florestal .

Em julho de 2003, defendeu tese obtendo o título de Mestre em Ciência Florestal.

## CONTÚDO

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
CAPÍTULO 1 - Desempenho silvicultural em progênies de meio-irmãos de angico vermelho ( <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Bentham) Brenan) em Barbacena - MG .....	4
1 - INTRODUÇÃO .....	4
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
2.1 - Silvicultura e ecologia do angico vermelho.....	6
2.2 - Características e usos da madeira de angico vermelho.....	8
2.3 - Melhoramento do angico vermelho .....	10
3 - MATERIAIS E MÉTODOS .....	12
3.1 - Material experimental .....	12
3.2 - Métodos.....	13
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4.1 - Avaliação das características.....	14
5 - CONCLUSÕES .....	19
CAPÍTULO 2 - Variabilidade genética em progênies de meio-irmãos de angico vermelho ( <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Bentham) Brenan) em Barbacena - MG .....	20
1 - INTRODUÇÃO .....	20
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	22

2.1 - Angico vermelho.....	22
2.2 - Variabilidade genética em populações naturais .....	23
2.3 - Biologia reprodutiva de espécies arbóreas .....	25
2.4 - Melhoramento e conservação genética de espécies arbóreas florestais .	27
2.5 - Estimacão de parâmetros genéticos .....	29
2.5.1 - Estimativas de variâncias .....	30
2.5.2 - Coeficiente de herdabilidade .....	32
2.5.3 - Interaçao genótipo x ambiente .....	35
2.6 - Ganhos genéticos .....	36
3 - MATERIAL E MÉTODOS .....	39
3.1 - Material experimental .....	39
3.2 - Métodos.....	40
3.2.1 - Análise estatística e estimacão de parâmetros .....	40
3.2.1.1 - Análise de variância univariada.....	41
3.2.1.2 - Estimacão de variâncias genéticas e fenotípicas .....	42
3.2.1.3 - Estimacão dos coeficientes de herdabilidade e de variacão .....	44
3.2.1.4 - Estimacão dos progressos genéticos com seleçao.....	45
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1 - Análise de variância .....	47
4.2 - Estimacão de parâmetros genéticos .....	48
4.2.1 - Estimativas de variâncias .....	48
4.2.2 - Coeficiente de Herdabilidade .....	50
4.2.3 - Coeficiente de variacão .....	53
4.2.4 - Seleçao entre e dentro de progênies .....	55
5 - CONCLUSÕES .....	57
CONCLUSÕES GERAIS.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

## RESUMO

EVANGELISTA, Edivânia Rosa, M. S., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2003. **Desempenho silvicultural e variabilidade genética em progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) em Barbacena - MG.** Orientador: Ismael Eleotério Pires. Conselheiros: Aloisio Xavier e Rita de Cássia Gonçalves Borges.

O presente estudo teve como objetivos avaliar o desempenho silvicultural de 34 progênies meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) quanto à sobrevivência e o crescimento em altura e diâmetro e avaliar a variabilidade através da estimação de parâmetros genéticos. Utilizaram-se dados de um teste de progênies instalado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) na Reserva Biológica Pinheiro Grosso, município de Barbacena - MG, em delineamento de blocos ao acaso, com espaçamento de 3,0 x 3,0 m, 6 repetições e parcelas lineares de 5 plantas. Avaliaram-se as características de crescimento: altura total ( $H_{total}$ ); altura de fuste ( $H_{fuste}$ ); altura de copa ( $H_{copa}$ ); e diâmetro da base ( $D_{base}$ ), bem como a sobrevivência das plantas por progênies aos 10 meses de idade. Através da análise dos dados, observou-se que essa espécie possui boa adaptação às condições edafoclimáticas da região, o que foi constatado pela alta taxa de sobrevivência das progênies e que as mesmas apresentaram padrões de crescimento variados. A análise de variância revelou a existência de variabilidade genética entre as progênies, possibilitando a obtenção de ganhos com o processo seletivo. As estimativas de ganho genético obtidas por meio da seleção entre e dentro, indicaram maior eficiência na seleção dentro de progênies, no entanto, ambos os critérios de seleção proporcionaram ganhos significativos.

## ABSTRACT

EVANGELISTA, Edivânia Rosa, M. S., Universidade Federal de Viçosa, July 2003. **Silvicultural performance and genetic variability in progenies of half-siblings of angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) in Barbacena, State of Minas Gerais, Brazil.** Adviser: Ismael Eleotério Pires. Committee members: Aloisio Xavier and Rita de Cássia Gonçalves Borges.

The silvicultural performance of 34 half-sibling progenies of angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) in relation to survival and growth of height and diameter were evaluated in the present study, as well as the variability through genetic parameter estimates. Data of a progeny trial in the Biological Reserve Pinheiro Grosso, Barbacena, Minas Gerais, conducted by the Instituto Estadual de Florestas (IEF) were used, arranged in randomized blocks (spacing 3,0 x 3,0 m), 6 replications, in linear plots of 5 plants. The characteristics total height growth ( $H_{total}$ ); bole height ( $H_{bole}$ ); crown height ( $H_{crown}$ ); and base diameter ( $D_{base}$ ) were evaluated, as well as the survival of 10-month-old progeny plants. Data analyses demonstrated that this species is well-adapted to the regional edaphoclimatic conditions, manifested by the high index of progeny survival, and the fact that the progenies presented varied growth patterns. The genetic variability found among progenies, revealed by variance analysis, made gains by the selective process possible. The estimates of the genetic gain obtained by means of selection among and within progenies indicated a greater efficiency of selection within, although both selection criteria provided significant gains.

## INTRODUÇÃO GERAL

A demanda por matéria-prima no setor florestal exige estudos constantes que proporcionem técnicas que conduzam à melhoria das características desejadas para o aumento da produção e, ao mesmo tempo, à redução de custos. No entanto, muitos obstáculos têm surgido, especialmente em se tratando de espécies arbóreas nativas, as quais apresentam uma carência muito grande de interesse para que possam ser melhor estudadas e assim, venham a ter seu potencial explorado racionalmente.

Drumond (1982) relata que “Os resultados de pesquisas existentes mostram a superioridade de *Eucalyptus* sp., *Leucaena leucocephala* e *Prosopis juliflora* em relação às espécies nativas, quanto ao crescimento em altura e diâmetro”. Entretanto, face à importância das espécies nativas no contexto ecológico e manutenção da variabilidade genética, os esforços com pesquisas tornam-se necessários no sentido de implantação e manejo de povoamentos puros e consorciados, assim como na conservação de espécies potenciais “in situ” e “ex situ”.

De acordo com Maêda (2000), o baixo volume de trabalhos científicos abordando questões práticas de silvicultura das espécies florestais nativas de importância econômica e, ou ecológica, notadamente aqueles que versem sobre a genética e a produtividade, constituem em obstáculo para implantação efetiva de populações de melhoramento e, ou conservação com essas espécies.

O uso de florestas plantadas, formadas por espécies nativas, torna-se uma alternativa para a falta de preservação das mesmas, das quais muitas já se encontram em vias de extinção, ou mesmo para que seja mantido um grau satisfatório de variabilidade genética entre e dentro de populações. Entretanto, para que isso seja praticado, o conhecimento das características particulares de cada espécie se faz necessário, uma vez que a individualidade genética é

um fator limitante à implantação de florestas, na qual cada indivíduo poderá responder de forma diferenciada às condições edafoclimáticas de um determinado ambiente.

O cultivo de espécies florestais nativas requer domínio tecnológico que possibilite sua exploração em bases racionais. Afora os problemas silviculturais que vão desde a produção de sementes até a fase de exploração, o melhoramento preocupa-se em conhecer e explorar a capacidade adaptativa das espécies autóctones (Paiva, 1998).

De acordo com Xavier (1996), o melhorista busca definir e, posteriormente, criar uma fonte segura de abastecimento de material reprodutivo (semente e, ou propágulos vegetativo) com o maior grau possível de adaptação, produtividade e qualidade tecnológica. Para isso, conhecer os padrões de variação de cada espécie é um passo importante.

Uma das ferramentas mais empregadas para avaliar a variação genética em populações de espécies florestais são os testes de progênies, onde, a partir dos dados coletados nesses testes é possível estimar parâmetros genéticos necessários à avaliação da variabilidade genética e que possibilitarão predizer as chances de obtenção de ganhos através do processo seletivo. Segundo Romanelli (1988), na área florestal, a determinação de parâmetros genéticos é extremamente importante para o conhecimento e caracterização das populações, visando a sua utilização no melhoramento genético.

Conforme Carvalho (1982), considera-se como espécies potenciais para exploração aquelas que apresentam as seguintes características: (1) valor econômico comprovado, com produção de madeira valiosa; (2) desempenho silvicultural aceitável; (3) aptidão para programas de clonagem. Dentre as espécies consideradas potenciais, capazes de servir como alternativa às essências exóticas, encontra-se o angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan), que é uma espécie explorada para uso em muitos setores do comércio florestal, devido às propriedades de sua madeira, casca e flores. Essa espécie não é exigente quanto a características de solo e clima, o que facilita sua adaptação em diferentes regiões, além de possuir boa regeneração natural e alta taxa de germinação.

Devido ao rápido crescimento do angico vermelho, vegetando em terrenos úmidos e secos, sombreados ou expostos, e suas múltiplas aplicações, quer da madeira, quer das cascas para curtume, goma-resina e outros préstimos, recomenda-se seu plantio para exploração econômica (Santos, 1987). Contudo, antes é necessário que sejam incentivadas pesquisas na área de genética florestal, buscando compreender a variabilidade genética existente no angico vermelho, e através dessas pesquisas obter resultados conclusivos sobre as características de crescimento e a possibilidade de obtenção de ganhos com a seleção de indivíduos, progênies e procedências dessa espécie.

A variabilidade fenotípica apresentada pelo angico vermelho é comprovada por ensaios como o realizado por Carvalho (1982), no qual desempenho silvicultural dessa espécie foi avaliado. Porém, acredita-se que somente através de estudos sobre a variabilidade genética é que serão alcançados resultados que justifiquem a implantação de programas de melhoramento com essa espécie.

Assim, o presente estudo teve os seguintes objetivos:

- Avaliação do desempenho silvicultural de progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan), quanto à sobrevivência e o crescimento em altura e diâmetro;
- Avaliação da variabilidade genética do angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan), através da estimação dos parâmetros genéticos.

## **CAPÍTULO 1**

### **Desempenho silvicultural em progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) em Barbacena - MG**

#### **1 - INTRODUÇÃO**

O processo pelo qual se entende a silvicultura de uma espécie vai desde a seleção de matrizes com objetivos bem definidos, a multiplicação dessas matrizes (por clonagem ou por sementes), e implantação e manutenção da floresta até que os indivíduos produzidos estejam em idade de corte para comercialização. A seleção dessas matrizes pode ser baseada em características facilmente mensuráveis, como altura e diâmetro, dependendo do fim destinado a esses indivíduos. Portanto, é preciso que estudos envolvendo o desempenho silvicultural das espécies sejam incentivados com a finalidade de gerar informações necessárias ao seu uso racional.

O conhecimento da auto-ecologia das espécies, agentes dispersores, tipos de flores e frutos, ciclo de vida e outras informações são importantes do ponto de vista de manejo, visando conservação da diversidade das espécies (Almeida, 2000). Muitas dessas informações, necessárias à utilização de uma dada espécie, podem ser adquiridas a partir de dados coletados em testes como os de procedência e de progênie.

De acordo com Kageyama e Dias (1982), no caso de estudos genotípicos, a metodologia mais comum é a dos ensaios de procedências e, ou

progênies, onde sementes colhidas de indivíduos e, ou populações representativas são testadas em condições de laboratório, viveiro ou campo, com delineamentos experimentais adequados.

O angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) é uma espécie bastante interessante e igualmente importante por suas características e usos. Pode ser considerado rústico por não ser muito exigente quanto a características de solo e clima, embora tenha seu desempenho melhorado em ocasiões em que esses recursos são de maior qualidade (Carvalho, 1994).

Do angico vermelho são aproveitadas sua casca, seu tronco e às vezes, até suas folhas. Seu uso é bastante difundido na construção civil e naval, também para produção de carvão vegetal, na arborização urbana, e na indústria de medicamentos e de couro (tanino), podendo, ainda, ser muito útil em sistemas agroflorestais. Suas flores são pequenas, porém muito procuradas pelas abelhas, o que faz do angico vermelho uma espécie apícola (Carvalho, 1994).

Mesmo com todas essas qualidades, estudos envolvendo o angico vermelho são escassos. Contudo, é necessário que se adquira informações sobre seu sistema reprodutivo, as técnicas de propagação, de plantio e de condução em campo (padrão de muda, preparo de solo, adubação e manejo dos povoamentos), para que essa espécie seja incluída em programas de conservação “ex situ” e, ou de melhoramento, onde os ciclos são relativamente longos e a obtenção de ganhos precoces é uma meta constante.

Desta forma, o presente capítulo teve como objetivo avaliar o desempenho silvicultural de 34 progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan), aos 10 meses de idade, implantadas na região Barbacena – MG.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - Silvicultura e ecologia do angico vermelho

O angico vermelho possui crescimento de moderado a rápido, podendo atingir produtividade de até 25 m<sup>3</sup>/ha.ano (Carvalho, 1994).

A árvore atinge de 13 a 20 m de altura e de 40 a 60 cm de diâmetro, podendo chegar até 30 m de altura e 90 cm de diâmetro na floresta estacional, (Lorenzi, 1992). Entretanto, apresenta crescimento simpodial, exigindo desrama para perfeita formação do fuste (Garrido et al., 1990).

Possui como agentes polinizadores abelhas de médio porte melipona e trigona (Kageyama, 1992). Segundo Carvalho (1994), essa espécie possui dispersão de sementes autocórica, ou seja, é uma espécie que apresenta dispersão por queda livre das sementes, as quais são de fácil germinação e sobrevivência. As flores são alvas, pequenas, reunidas em glomérulos globosos, aromáticas, com dez estames livres e o período de floração e frutificação ocorre entre outubro e julho (Paula e Alves, 1997).

Possui folhas compostas bipinadas com glândula de cor preta e forma elíptica no pecíolo. Fruto folículo achatado, com cerca de 20 cm de comprimento (Lorenzi, 1992).

A produção de mudas pode ser feita pela germinação das sementes, que possui alta capacidade germinativa, com germinação média de 80%. Essa espécie propaga-se, também, por enxertia através do método de garfagem de fenda cheia e por estaquia utilizando as brotações de cepas ou brotações radiciais. Devido à sua rápida germinação e rusticidade, demonstra boas possibilidades de utilização em semeadura direta no campo, mesmo em solos pobres e erodidos de encostas desnudas (Carvalho, 1994).

De acordo com Maixner e Ferreira (1976), citados por Carvalho (1982), é técnica recomendável espalhar no viveiro um pouco de terra retirada dos angicais idosos, para inocular as bactérias específicas destas espécies, úteis para o bom desempenho de toda leguminosa.

Para obter sementes saudáveis com boa germinação, os frutos devem ser colhidos quando estiverem fisiologicamente maduros e antes de sua queda. No Nordeste do Brasil, o amadurecimento fisiológico é alcançado aproximadamente 220 dias após a formação do fruto. As sementes dessa espécie não apresentam dormência e germinam num período de 10 dias (FAO, 1986).

Com relação às pragas e doenças que afetam o angico vermelho, são encontradas duas espécies de insetos: *Oncideres dejeani*, “Serrador”, (Coleoptera: Cerambycidae), que corta os ramos da planta prejudicando o seu desenvolvimento e *Eburodacrys sexmaculata*, “Coleóbroca”, que causa abertura de galerias longitudinais no lenho, e geralmente as plantas atacadas secam e morrem, também ocorrem danos causados por cupins e ácaros. É comum em viveiro ocorrer “damping-off”, doença que causa tombamento (Carvalho, 1994).

O angico vermelho ocorre no cerrado e na mata ciliar da região Centro-oeste, caatinga, mata atlântica e Serra da Mantiqueira, e em países como Peru, Bolívia, Paraguai e Argentina (Paula e Alves, 1997). É uma espécie secundária inicial que ocorre em áreas de afloramento rochoso, em partes secas calcárias e nos campos de altitude, além de ocorrer em solos de origem sedimentar areníticos, calcários e aluviais. No entanto, seu desenvolvimento é favorecido quando em solos férteis, profundos, bem drenados e com textura argilosa (Carvalho, 1994).

O angico vermelho é uma espécie heliófila que tolera sombreamento leve na fase juvenil. Apresenta brotação após corte, ou seja, alta intensidade de regeneração, podendo ser manejada pelo sistema de talhadia, os ramos são persistentes necessitando de poda de condução. Pode ser cultivado em plantios puros a pleno sol, em plantios mistos, associado com espécies pioneiras de crescimento rápido para melhorar a sua forma e no tutoramento de espécies nativas secundárias-clímaxes (Carvalho, 1994).

## 2.2 - Características e usos da madeira de angico vermelho

Alguns anos atrás, as madeiras tidas como nobres para determinados fins eram muito mais utilizadas e os angicos relegados. No entanto, atualmente, com a escassez das espécies normalmente utilizadas, o angico passa a figurar nas madeiras como opção para substituir tais espécies.

Devido às características de sua madeira, é utilizada na construção naval e civil, dormentes de estradas de ferro, marcenaria, carpintaria, assoalhos e tetos, lenha e carvão vegetal. Segundo Carvalho (1994), a madeira do angico vermelho tem elevada resistência mecânica, é de alta durabilidade e alta resistência ao apodrecimento, possuindo massa específica básica de 0,620 ton/m<sup>3</sup>.

Essa espécie apresenta tanino nos frutos e na casca (13,6% e 20%), muito utilizado em curtumes. A madeira serrada e roliça é usada em construção naval e civil, como vigas, caibros, ripas, marcos de portas e janelas, tacos e tábuas para assoalho, esquadrias; em obras externas como carrocerias, estacas, esteios, postes, mourões, dormentes, cruzetas, madeiramento de currais e para fabricação de móveis (Carvalho, 1994).

Sua resina (goma) possui aplicações medicinais e industriais. Sua casca amarga pode ser antidesintérica e útil na cura de úlceras. É expectorante energético e com várias outras aplicações medicinais. A tintura obtida de suas folhas é eficaz em comoções cerebrais (Catharino, 2002). Por isso, estudos envolvendo, também, suas aplicações medicinais, seriam de grande importância, onde através de análises mais profundas de suas propriedades químicas, poder-se-ia utilizar árvores melhoradas para produção de medicamentos.

O cultivo do angico vermelho para fins comerciais não é muito comum. Porém, baseado em experimentos existentes, é possível seu estabelecimento em plantios puros. A partir de 6 anos, a madeira pode ser usada como cerca, combustível e carvão vegetal (FAO, 1986). No entanto, conforme ressaltam Paula e Alves (1997), o angico vermelho encontra-se entre as espécies de excelente qualidade para formação de grandes maciços florestais mistos para

fins energéticos, especialmente carvão vegetal e lenha com planejamento para explorar a partir de 15 anos.

De acordo com Carvalho (1994), o angico vermelho é aparentado a outros angicos, sendo a espécie mais próxima a *Anadenanthera peregrina* (L.) Spegazzini. Contudo, Marcati (1992) utilizando outra espécie de angico (*Piptadenia peregrina* Benth.), que, segundo essa autora, é também bastante parecida com *Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan, relata que a madeira dessa espécie (*Piptadenia peregrina* Benth.) seca rápido, tem densidade e propriedades mecânicas médias, equivalendo à madeira de imbuía, de peróba-rosa, de mogno e de andiroba, possuindo boas características quanto ao apodrecimento, à adesão e ao acabamento para móveis.

Vale (1988), também estudando espécies próximas do angico, buscando conhecer os rendimentos e as qualidades do carvão vegetal e os rendimentos dos subprodutos da carbonização de madeiras de angico vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth.) e angico jacaré (*Piptadenia comunis* Benth.), relata que a madeira de angico vermelho possui maior teor de extrativos e maior teor de cinzas que o jacaré, entretanto, ambas apresentam características apropriadas para a produção de carvão vegetal. Conforme Carvalho (1994), *Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) também produz lenha e carvão vegetal de boa qualidade, sendo que sua madeira possui teor muito alto de lignina, podendo ser considerada excelente para produção de álcool.

Cabe ainda ressaltar, que por serem rústicos e adaptados a terrenos secos, os angicos são recomendados para recuperação ambiental, crescendo bem em solos pobres e degradados, podendo também serem úteis na arborização urbana e no paisagismo. De acordo com Reitz et al. (1978), citados por Carvalho (1982), um dos poucos problemas para o maior uso dessas espécies de angico em programas de reflorestamento poderá ser a ramificação precoce em face à abundante luz formando fustes muito curtos, fato que freqüentemente se observa nas capoeiras. Porém, Nogueira (1977), outro autor citado por Carvalho (1982), relata que este defeito de má formação do fuste pode ser corrigido com o adensamento, já que as árvores apresentam bom aspecto, bom desenvolvimento, boa desrama regular e boa cicatrização.

### **2.3 - Melhoramento do angico vermelho**

Tudo o que até aqui foi discutido, conduz a uma reflexão sobre a necessidade de se despertar o interesse pelo uso racional das espécies arbóreas nativas, visando o preenchimento de lacunas existentes em termos de exigências silviculturais, tanto para o melhoramento genético quanto para conservação dessas espécies.

O estabelecimento da estratégias de melhoramento, inclui a realização de vários estudos que indiquem a área de ocorrência da espécie, a distribuição por unidade de área (se os indivíduos se encontram distribuídos de forma isolada ou em agrupamentos), a biologia reprodutiva, a forma de dispersão de sementes etc.

De acordo com Pamplona (2000), para se planejar com eficiência um programa de melhoramento florestal, deve-se conhecer os possíveis métodos de melhoramento e ter alguns meios de comparação do progresso que pode ser obtido com a aplicação de cada um. Por esse motivo, novos estudos sobre características evolutivas e adaptativas do angico vermelho, devem ser incentivados.

O conhecimento das potencialidades e deficiências do angico vermelho, seja para selecionar indivíduos com intuito de aumentar a produtividade, seja para garantir maior resistência a determinadas condições edafoclimáticas ou até mesmo a pragas e doenças, possibilita estabelecer metas aos programas de melhoramento florestal, onde os objetivos devem estar direcionados à solução de problemas.

Segundo Maixner e Ferreira (1976), citados por Carvalho (1982), é raro se encontrar angicos com fustes em perfeita verticalidade, pois é característica da espécie desenvolver-se com o tronco levemente inclinado, mesmo quando em condição de forte competição. Esse fato fortalece a idéia da inclusão dessa espécie em programas de melhoramento visando a obtenção de indivíduos estruturalmente mais aptos à produção de madeira serrada, seja pela produção de semente melhorada, seja pela propagação vegetativa.

Garrido et al. (1990), tendo acompanhado um ensaio durante vinte anos, onde foram estudadas características silviculturais de cinco espécies nativas,

incluindo o angico vermelho, plantadas em povoamentos puros e mistos, concluíram que o angico vermelho apresentou, relativamente, os melhores índices de crescimento, com maior incremento médio anual, tanto para diâmetro (1,39 cm/ano) quanto para altura (0,88 m/ano) e volume de 15,8 m<sup>3</sup>/ha/ano. Esse estudo demonstra a superioridade do angico vermelho em relação a outras espécies nativas e reforça a idéia da utilização dessa espécie em programas de melhoramento.

O emprego das técnicas de propagação vegetativa na multiplicação de genótipos superiores é requerida como ferramenta indispensável em programas de melhoramento, pois permite produzir, a partir de árvores selecionadas, indivíduos geneticamente iguais. O angico vermelho apresenta boa capacidade de brotação o que possibilita a propagação vegetativa de indivíduos selecionados dessa espécie. Segundo Fonseca Filho (1948), citado por Santos et al. (2002), a técnica de propagação vegetativa por estaquia já era discutida na década de 40, no Brasil, como interessante para produção de mudas de angico vermelho, dada a rusticidade da espécie, sendo sugeridas estacas de 30 cm de comprimento, com 1 a 2 cm de diâmetro, plantadas diretamente no solo ou em recipientes.

Outros estudos envolvendo a clonagem no angico vermelho vem sendo desenvolvidos, a fim de difundir a propagação vegetativa dessa espécie e assim favorecer a utilização da totalidade dos seus recursos genéticos, facilitando a multiplicação de genótipos, os quais tenham apresentado melhor adaptação em determinado ambiente. Santos et al. (2002), com o objetivo de avaliar a miniestaquia na propagação vegetativa de angico vermelho, utilizando diferentes dosagens de ácido indolbutírico (AIB), concluíram que a aplicação dessa técnica na propagação do angico vermelho apresenta-se como uma alternativa viável.

### 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 - Material experimental

O experimento envolveu 34 progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) selecionadas em 4 populações distintas (procedências), conforme Quadro 1.

QUADRO 1 - Procedências e respectivas progênies de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan)

<b>Procedências</b>	<b>Progênies</b>
Barbacena (AFT)	3, 15, 17, 23, 25
Santa Bárbara do Tugúrio (ASB)	1, 4, 8, 11, 20, 21, 24, 26, 31, 33
Santo Antônio dos Ferros (AFA)	2, 6, 10, 12, 14, 18, 22, 27, 29, 30
Capela Nova (ACN)	5, 7, 9, 13, 16, 19, 28, 32, 34

A seleção das matrizes baseou-se nas características altura, CAP, espessura da casca, forma do fuste, presença de floração e características de sanidade.

As árvores matrizes foram selecionadas mantendo-se uma distância mínima de 50 metros entre elas, com intuito evitar indivíduos aparentados. Após a coleta dos frutos, foram produzidas as mudas utilizando-se sacos de polietileno com 18 cm de altura e 8 cm de diâmetro, tendo como substrato terra de barranco e esterco de curral curtido na proporção de 3:1 e adubação com N-P-K (4-14-18) granulada, na dosagem de 5 Kg/m<sup>3</sup> de substrato. As mudas permaneceram no viveiro a céu aberto por 1 ano, recebendo duas irrigações por dia, sendo levadas a campo ao final deste período, com 50 cm de altura, devidamente identificadas por progênies.

### 3.2 - Métodos

O teste foi instalado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) em janeiro de 2002, em delineamento de blocos ao acaso, com 6 repetições e parcelas lineares de 5 plantas, em um espaçamento de 3,00 x 3,00 m.

O experimento encontra-se na Reserva Biológica “Pinheiro Grosso”, município de Barbacena- MG, cujas coordenadas geográficas são 21°13'30”S de latitude e 42°46'40”W de longitude e 1136 m de altitude. O clima da região classifica-se como sendo tropical úmido, com temperatura e precipitação média anual de 18°C e 1330 mm, respectivamente, conforme Ribeiro (2003).

A área utilizada foi totalmente cercada e roçada, seguindo-se da abertura das covas, tendo sido realizada adubação por cobertura com 150 gramas de N-P-K (6-30-10) por cova.

As características avaliadas aos 10 meses de idade foram a sobrevivência das plantas no campo, altura total ( $H_{total}$ ), altura do fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ). Os dados foram coletados, obedecendo o seguinte critério de medição:

$H_{total}$  → altura a partir do solo até o ramo mais alto da copa (m);

$H_{fuste}$  → altura a partir do solo até o primeiro ramo da copa (m);

$H_{copa}$  → diferença entre  $H_t$  e  $H_f$  (m);

$D_{base}$  → diâmetro medido a 10 cm do solo (cm).

Foi realizada análise de variância (Quadro 2), e ao serem constatadas diferenças significativas entre os tratamentos, procedeu-se o teste de médias – Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, em nível de procedências e em nível de progênies dentro de procedências (SAEG,1993).

QUADRO 2 - Esquema da análise de variância

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	(T-1)	SQTrat.	QMTrat.	
Blocos	(R-1)	SQBlocos	QMBlocos	QMTrat./QMRes.
Resíduo	T(R-1)	SQRes.	QMRes.	
Total	RT-1	SQTotal		

Onde: T = Número de tratamentos; R = Número de repetições; SQTrat = Soma de quadrados dos tratamentos; SQBlocos = Soma de quadrados de blocos; SQRes. = Soma de quadrados dos resíduos; SQT = Soma de quadrados total; QMTrat. = Quadrado médio dos tratamentos; QMBlocos = Quadrado médio de Blocos. QMRes. = Quadrado médio dos resíduos.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Avaliação das características

Devido aos muitos usos do angico vermelho e o fato de que essa é uma espécie bastante rústica, é de se imaginar o quão importante é poder inferir sobre o seu desempenho silvicultural. Estudos como o de Garrido et al. (1990), já demonstravam a facilidade dessa espécie em produzir indivíduos com dimensões variáveis, onde muitos se destacam por sua superioridade, atribuindo à espécie melhores índices de crescimento.

Além das características de crescimento (altura e diâmetro), os índices de sobrevivência, também são empregados na avaliação das espécies, os quais possibilitam conhecer materiais genéticos melhor adaptáveis às condições edafoclimáticas de determinado local, ou seja, essa avaliação é importante porque, por exemplo, uma taxa de sobrevivência reduzida pode revelar problemas de adaptação referentes a determinadas espécies, procedências e, ou progênies.

A importância do conhecimento da variação existente entre indivíduos selecionados está no fato de que, como dito, a espécie em questão é normalmente empregada em diversos setores, seja da indústria que a utilizam como matéria-prima, ou de instituições que buscam estudar a espécie com fins de conservação. Para verificar a ocorrência de variação entre as procedências e progênies de angico vermelho foi realizada análise de variância, considerando-se as características avaliadas.

Os resultados da análise de variância para as 4 procedências de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) avaliadas aos 10 meses de idade em Barbacena - MG, encontram-se ilustrados no Quadro 3.

QUADRO 3 - Resultado da análise de variância para as 4 procedências de angico vermelho aos 10 meses, em Barbacena - MG

FV	Sobrev. (%)	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
Procedência	115,1297*	0,0801*	0,0243*	0,0175*	0,1978*
Blocos	82,0185	0,0051	0,0025	0,0055	0,0222
Resíduo	27,5593	0,0012	0,0005	0,0009	0,0018
Média	90,14	0,88	0,53	0,34	1,08
CV (%)	5,82	3,92	4,30	8,98	3,92

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Observa-se que houve diferença significativa entre as médias das procedências para todas as características, o que permite inferir sobre a possibilidade de se empregar testes de médias que permitam identificar quais delas diferem estatisticamente entre si.

Foram encontrados coeficientes de variação experimental entre parcelas de 3,92 e 8,98% (Quadro 3), valores estes inferiores aos obtidos para outras espécies florestais como castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*) avaliada por Pamplona (2000) e taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) (Farias Neto e Castro, 1998). O maior CV foi obtido para a característica H<sub>copa</sub>, acredita-se que isso pode ter sido causado pela forma de estimação da mesma (diferença entre H<sub>total</sub> e H<sub>fuste</sub>), o que leva a ocorrência de erros.

No Quadro 4 encontram-se as médias das características e respectivos resultados obtidos pelo teste Scott Knott.

QUADRO 4 - Média das características e respectivos resultados do teste Scott Knott para procedências de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) aos 10 meses de idade em Barbacena -MG

PROC.	Características avaliadas				
	Sobrev.(%)	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
AFA	96,00 A	0,92 B	0,55 B	0,38 A	1,17 A
ASB	90,34 B	1,01 A	0,61 A	0,39 A	1,23 A
AFT	88,67 B	0,73 D	0,46 D	0,27 B	0,82 B
ACN	85,56 B	0,87 C	0,52 C	0,35 A	1,09 A

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para a característica sobrevivência, as procedências ASB, AFT e ACN não apresentaram diferenças significativas, entretanto a procedência AFA apresentou a maior taxa de sobrevivência (96%), tendo sido essa superioridade estatisticamente significativa. Porém, nota-se que, de maneira geral, a taxa de sobrevivência entre as procedências foi satisfatória e com base nestes resultados, pode-se dizer que esses altos índices indicam que o material genético experimentado encontra-se adaptado às condições edafoclimáticas da região de Barbacena - MG.

Todas as procedências diferiram significativamente pelo teste Scott Knott para as características  $H_{total}$ ,  $H_{fuste}$  e  $D_{base}$ , destaque para a procedência ASB que, embora não tenha obtido a maior taxa de sobrevivência, foi a que apresentou maiores médias para essas características.

A procedência AFT apresentou menores resultados em todas as características avaliadas, no entanto, deve-se ressaltar que esta procedência foi representada por um número inferior de progênies em relação às demais procedências.

As mesmas análises foram realizadas para cada progênie dentro de procedências. No Quadro 5 encontram-se as médias das características analisadas pelo teste Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade para cada progênie dentro de cada procedência.

QUADRO 5 - Média das características e respectivos resultados obtidos pelo teste Scott Knott para cada progênie de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) aos 10 meses de idade em Barbacena -MG

Proc.	Prog.	Características avaliadas				
		Sobrev.(%)	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
AFT	3	93,34 A	0,79 A	0,50 A	0,29 A	0,95 A
	25	93,34 A	0,64 B	0,42 B	0,21 A	0,70 A
	15	90,00 A	0,66 B	0,37 B	0,29 A	0,79 A
	17	83,34 A	0,81 A	0,52 A	0,28 A	0,85 A
	23	83,34 A	0,74 A	0,47 A	0,27 A	0,80 A
ASB	1	100,00 A	1,10 B	0,73 A	0,37 B	1,31 A
	4	100,00 A	1,06 B	0,64 A	0,42 A	1,36 A
	8	96,67 A	0,90 C	0,55 B	0,35 B	1,17 A
	33	96,67 A	1,05 B	0,54 B	0,51 A	1,26 A
	11	93,33 A	1,08 B	0,69 A	0,38 B	1,40 A
	21	86,67 B	1,23 A	0,75 A	0,48 A	1,39 A
	24	86,67 B	1,05 B	0,70 A	0,35 B	1,16 A
	31	86,67 B	1,08 B	0,68 A	0,40 B	1,39 A
	26	80,00 B	0,78 D	0,42 C	0,37 B	1,05 B
20	76,67 B	0,69 D	0,41 C	0,28 B	0,81 C	
AFA	2	100,00 A	0,86 B	0,50 A	0,36 B	1,05 A
	14	100,00 A	0,95 A	0,54 A	0,42 A	1,21 A
	10	96,67 A	0,80 B	0,53 A	0,27 B	1,03 A
	18	96,67 A	0,90 B	0,54 A	0,36 B	1,15 A
	27	96,67 A	1,06 A	0,58 A	0,48 A	1,30 A
	30	96,67 A	0,92 B	0,55 A	0,37 B	1,23 A
	6	93,34 A	0,89 B	0,60 A	0,29 B	1,09 A
	12	93,34 A	0,77 B	0,45 A	0,32 B	1,01 A
	22	93,34 A	0,97 A	0,54 A	0,43 A	1,20 A
29	93,34 A	1,11 A	0,63 A	0,49 A	1,41 A	
ACN	16	96,67 A	0,96 A	0,54 A	0,42 A	1,26 A
	34	96,67 A	0,93 A	0,53 A	0,40 A	1,16 A
	19	90,00 A	0,96 A	0,59 A	0,37 A	1,24 A
	7	86,67 A	0,91 A	0,54 A	0,37 A	1,07 A
	13	86,67 A	0,96 A	0,58 A	0,38 A	1,34 A
	5	83,34 A	0,80 B	0,52 A	0,28 B	0,93 B
	9	83,34 A	0,60 C	0,36 B	0,25 B	0,80 B
	28	76,67 A	0,94 A	0,57 A	0,37 A	1,21 A
	32	70,00 A	0,79 B	0,44 B	0,35 A	0,78 B

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

Não foram observadas diferenças significativas entre as médias das progênies dentro das procedências quanto à sobrevivência das plantas, exceto para a procedência ASB, onde foram constados os menores índices de sobrevivência para as progênies 21, 24, 31, 26 e 20. Entretanto, observa-se que foi mantido um nível satisfatório para essa característica. Com base nestes resultados, pode-se dizer que as progênies de angico vermelho avaliadas estão bem adaptadas às condições edafoclimáticas da região de Barbacena - MG.

Analisando-se as características de crescimento, observa-se que algumas progênies se destacaram dentro de suas procedências, apresentando diferenças estatisticamente significativas.

Dentre as progênies da procedência AFT não houve diferença significativa para a característica  $H_{\text{copa}}$  e  $D_{\text{base}}$ , entretanto considerando-se as características  $H_{\text{total}}$  e  $H_{\text{fuste}}$  as progênies 3, 17 e 23 apresentaram melhor desempenho.

Na procedência ASB foram detectadas diferenças significativas entre algumas de suas progênies, com destaque para a progênie 21 que obteve as maiores dimensões dentre as demais progênies avaliadas, enquanto que as progênies 26 e 20 foram as que apresentaram os menores valores das características de crescimento analisadas.

Com relação a procedência AFA, não foram observadas diferenças significativas entre suas progênies para as características  $H_{\text{fuste}}$  e  $D_{\text{base}}$ , no entanto, considerando-se a  $H_{\text{total}}$  e  $H_{\text{copa}}$  destacam-se com maiores valores de médias para essas características as progênies 14, 27, 22 e 29.

Para a procedência ACN não foram encontradas diferenças significativas entre a maioria de suas progênies, o que dificulta considerar o desempenho de algumas delas em especial, porém observa-se que a progênie 9 apresentou menor dimensão para a  $H_{\text{total}}$  e esteve entre as menores para as demais características.

De maneira geral, as diferenças entre as progênies dentro de procedências foram menores que o esperado, esse fato pode estar ligado à proximidade entre as matrizes selecionadas (50 metros) dentro das populações (procedências), o que pode ter levado à seleção de indivíduos aparentados e, portanto, geneticamente muito próximos.

## 5 - CONCLUSÕES

Embora a avaliação do experimento tenha sido realizada em idade precoce, foi possível chegar às seguintes conclusões:

- As procedências e progênes de angico vermelho avaliadas apresentaram altos índices de sobrevivência, o que leva a considerá-las aptas para plantio na região de Barbacena - MG;
- Quanto ao desempenho silvicultural, constataram-se diferenças significativas entre as médias das procedências avaliadas para as características de crescimento;
- A procedência ASB (Santa Bárbara do Turgúrio) apresentou maiores médias para todas as características, enquanto que, as médias da procedência AFT (Barbacena), foram estatisticamente inferiores às demais;
- Tendo em vista a variabilidade fenotípica observada entre as procedências de angico vermelho, pode-se inferir sobre a possibilidade da inclusão dessa espécie em programas de melhoramento e, ou conservação genética, conduzindo à formação de maciços puros, destinados tanto à manutenção, quanto à exploração da espécie. Contudo, recomenda-se que outros estudos sejam desenvolvidos utilizando-se maior número de procedências e progênes, além da avaliação de indivíduos em idades mais avançadas.

## CAPÍTULO 2

### **Variabilidade genética em progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) em Barbacena - MG**

#### **1 - INTRODUÇÃO**

A devastação dos ecossistemas brasileiros para diversos fins, como expansão agrícola e introdução de espécies comerciais como pinus e eucalipto, fez com que extensas áreas de florestas nativas fossem reduzidas a pequenos fragmentos florestais, ameaçando a biodiversidade existente. A não utilização de muitas espécies nativas potenciais para fins de exploração comercial deve-se, sobretudo, à falta de informações que justifiquem sua utilização.

Com a finalidade de suprir essa carência, têm-se promovido estudos como o de Oliveira et al. (2000), considerando a variação genética em espécies nativas, visando inserir novas espécies em programas de melhoramento e, ou conservação genética baseados em resultados considerados promissores em termos de variabilidade genética.

Entre essas espécies potenciais encontra-se o angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) que possui características que permitem aplicações diversas para suas flores, folhas, casca e fuste, os quais são utilizados na produção de mel, na indústria do curtume, de móveis e de carvão vegetal.

No entanto, assim como outras espécies nativas, o angico vermelho apresenta variabilidade genética que deve ser identificada e quantificada. Para

isso, ensaios com essa espécie são necessários, onde será possível inferir sobre a existência de variabilidade genética em quantidade significativa para obtenção de ganhos.

Segundo Dias e Kageyama (1991), o conhecimento do nível de variação genética e da sua distribuição, entre e dentro das populações de plantas de espécies florestais, assume importância porquanto permite direcionar as estratégias de melhoramento a serem adotadas, maximizando os ganhos genéticos, através dos ciclos de seleção. Esse conhecimento é fundamental, também para o manejo de populações naturais visando conservação genética.

A aplicação dos conceitos genéticos em espécies florestais nativas pode ser feita tanto para o manejo de florestas naturais como para sua conservação genética, assim como para programas de melhoramento genético, dependendo do estágio da silvicultura dessas espécies (Kageyama e Dias, 1982).

A variabilidade genética é muito influenciada, tanto por fatores internos quanto externos à árvore, daí a necessidade de se promover estudos que venham complementar os resultados já existentes ou que venham a despertar interesse sobre uma dada espécie.

De acordo com Kageyama e Dias (1982), a estrutura genética das populações pode ser entendida a partir de informações básicas sobre a biologia reprodutiva e dos estudos fenotípicos e genotípicos entre e dentro das espécies. As estimativas de parâmetros genéticos são instrumentos importantes para o direcionamento de programas de melhoramento e, ou de conservação genética das espécies arbóreas.

Sendo assim, esse capítulo teve como objetivo avaliar a variabilidade genética em progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan), instaladas na região de Barbacena - MG.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - Angico vermelho

Espécies que são alternativas para muitos usos, como os angicos, demonstram possuir alta variabilidade genética. Isso é comprovado, também, pela capacidade que essas espécies tem de habitar os mais variados ambientes, expondo-se a condições adversas de clima e solo. Alguns estudos já foram desenvolvidos, buscando-se descrever certas peculiaridades de muitas espécies de angico que tornam suas árvores muito interessantes para exploração.

De acordo com Lorenzi (1992), o angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) floresce exuberantemente todos os anos, o que o torna muito ornamental e própria para arborização de parques e praças. Apresenta rápido crescimento, podendo ser aproveitada com sucesso para reflorestamento de áreas degradadas e de preservação permanente. Sua madeira é própria para construção civil e naval, para uso em marcenaria e carpintaria e sua casca rica em tanino é largamente utilizada em curtumes. Além de produzir todos os anos grande quantidade de sementes viáveis.

A recombinação entre procedências deve apresentar heterose em função da diversidade genética entre procedências. É uma espécie alógama com flores hermafroditas permitindo a recombinação entre indivíduos (Carvalho, 1994). Essa possibilidade de recombinação é muito interessante para o caso de implantação de programas de melhoramento genético florestal, onde a busca por indivíduos mais produtivos é uma meta constante.

O angico vermelho é uma espécie de conhecido potencial para exploração visando diversos usos, porém, são poucos os estudos envolvendo a

variabilidade genética existente nessa espécie. Ribas (1999), com objetivo de estudar o sistema de cruzamento e a variabilidade genética presentes em um pomar de sementes de angico-gurucaia (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan), espécie próxima ao angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan), constatou a ocorrência de cruzamentos correlacionados na espécie, ou seja que há produção de sementes meio-irmãs e irmãs-completas, além de ter sido comprovada que essa espécie apresenta alta variabilidade em suas populações naturais.

Dentro do contexto de produção, transporte e economia de energia, Paula e Alves (1997), sugerem a criação de programas regionais destinados à formação de maciços florestais, cujo destino seria atender a demanda de fogões, fornos de padarias, cerâmicas, termoelétricas e também produção de carvão siderúrgico e indicam o angico vermelho entre outras espécies de boa qualidade.

Apesar do angico vermelho ser uma espécie importante pelos motivos citados, medidas não têm sido tomadas, para sua conservação “in situ” nem “ex situ” do angico vermelho, visando a preservação da base genética original da espécie. Estudos sobre o sistema reprodutivo e o estabelecimento de populações base são recomendados para manter a variabilidade genética visando o potencial de exploração apresentado por essa espécie (FAO, 1986).

## **2.2 - Variabilidade genética em populações naturais**

A presença de variabilidade genética é requerida, especialmente quando o objetivo é adquirir informações sobre determinada espécie e suas implicações no cotidiano humano. Sendo assim, a espécie escolhida deve apresentar várias diferenças detectáveis. Em geral, quanto maior for o número de características diferentes, e mais marcantes elas forem, maior será a sua utilidade para estudos genéticos, sobretudo em se tratando de espécies arbóreas, uma vez que ecossistemas variáveis favorecem a manutenção do equilíbrio natural.

Conforme Muro Abad (2000), a variabilidade genética existente na população, constitui a matéria-prima, sobre a qual são realizados os processos de seleção e melhoramento.

A variabilidade começa logo no processo de formação da madeira, fatores, tanto internos quanto externos à árvore, conduzem a variações no tipo, número, tamanho, forma e composição química dos elementos da madeira. De acordo com Zobel e Buijtenen (1995), em geral, as causas da variação são classificadas como sendo resultantes de fatores ambientais específicos e de fatores genéticos controlados internamente. Esses mesmos autores relatam sempre que existem interações entre o potencial genético das árvores para produção de madeira e a influência externa do ambiente.

A quantificação da variabilidade natural existente nas espécies, através do estudo da estrutura genética de populações, permite o entendimento de como cada espécie aloca seus recursos de variabilidade na evolução. Este conhecimento possibilita ainda estabelecer estratégias racionais para planos de conservação genética, através da definição da forma mais correta para manter a variabilidade genética e a capacidade de evolução natural das espécies (Dias, 1988).

A existência de variações genéticas entre procedências dentro de uma espécie florestal tem a longo tempo sido reconhecida. Essas diferenças têm surgido como um resultado da adaptação das espécies às condições edafoclimáticas dos habitats (Kageyama, 1977).

O aumento do conhecimento dos ecossistemas naturais nos trópicos terá implicações diretas, tanto nos processos de cultivo para diferentes espécies, como nos programas de melhoramento genético, no que se refere à crescente exploração da variabilidade existente nas espécies. Para que isso aconteça, torna-se necessário que essa variabilidade genética seja conhecida e esteja disponível para uso (Pamplona, 2000).

Quando uma espécie é utilizada para reflorestamento, o conhecimento da variabilidade das populações torna mais eficiente o uso dos seus recursos genéticos. Populações mais adequadas serão utilizadas para o fim desejado e a eficácia dos programas de melhoramento genético será aumentada significativamente (Dias, 1988).

Com base nos fatores aqui discutidos, é possível que se tenha em mente que o estudo da variabilidade genética requer o envolvimento de um conjunto de características inerentes à espécie em questão, para que seja possível sua utilização independente dos objetivos, seja de exploração ou conservação de seu potencial genético. Uma vez que, segundo Muro Abad (2000), a manutenção do ganho ao longo dos ciclos de seleção de qualquer programa depende da variabilidade genética da sua população base e da manutenção desta variabilidade ao longo do programa.

É conveniente que se preserve o máximo do nível natural de diversidade, para que seja possível sua expansão mediante uma incorporação seletiva de novos elementos ou complexos genéticos. Deve-se considerar, ainda, que muitas espécies apresentam grande potencial, que pode ser explorado com a finalidade de obtenção de produtos de alta qualidade.

### **2.3 - Biologia reprodutiva de espécies arbóreas**

A variação entre indivíduos dentro de uma população é um processo que começa bem antes da produção de sementes. Segundo Grime (1983), citado por Aguiar et al. (2001), a alta variação em nível individual ocorre na época do florescimento e pode ser atribuída às variações genéticas e à plasticidade das espécies. Alta habilidade competitiva favoreceria indivíduos da população, maximizando sua eficiência reprodutiva e a capacidade de deixar descendentes.

Para que sejam desenvolvidos estudos básicos visando a utilização das espécies nativas em programas de melhoramento e, ou de conservação genética "ex situ", é muito importante que se tenha acesso a informações sobre a biologia reprodutiva da espécie, especialmente no que diz respeito à forma de polinização e dispersão de sementes. Hamrick (1983) citado por Dias e Kageyama (1991), relaciona a efetividade da distância do vôo do polinizador com a distribuição da variação genética entre e dentro de populações de espécies arbóreas polinizadas por animais, sugerindo padrões de variação próximos aos das espécies autógamas, para aquelas cujos polinizadores são

de vôos curtos; até padrões similares aos das espécies alógamas, com dispersão de pólen pelo vento, para aquelas que têm polinizadores de vôos longos.

O sistema de reprodução é um dos fatores mais decisivos para que a variabilidade genética individual seja mantida. De acordo com Borges et al. (2002), populações de indivíduos que apresentam fecundação cruzada têm maiores possibilidades de aumentar a variabilidade genética sem adição de genes novos (por mutação, por exemplo) do que populações de indivíduos com autofecundação.

A variabilidade genética é importante para a sobrevivência da espécie. Nesse sentido, até bissexuados desenvolveram, ao longo de sua evolução, vários mecanismos que dificultam a autofecundação e favorecem a fecundação cruzada, possibilitando desse modo, o aumento na variabilidade. Através da recombinação uma população pode aumentar sua variabilidade genética (Borges et al. 2002).

Segundo Paiva (1998), na floresta tropical, a hibridação, que ocorre entre plantas de polinização cruzada obrigatória (auto-estéreis) em que as plantas são distanciadas entre si, depende da polinização por animais. Por essa razão, elas desenvolvem mecanismos para atrair polinizadores, evitar ou afastar visitantes de flores que não têm função polinizadora e aumentar a variabilidade genética das sementes produzidas.

A manipulação de recursos genéticos florestais, seja para conservação genética ou para melhoramento, fundamenta-se na existência de variabilidade genética e no estabelecimento de estratégias de manejo desses materiais. Contudo, as espécies tropicais apresentam, em geral, reprodução cruzada com os mais variados sistemas de polinização (Bawa et al. 1985), requerendo estudos prévios de sua biologia floral, a fim estabelecer com segurança formas de manuseio de cada espécie.

## **2.4 - Melhoramento e conservação genética de espécies arbóreas florestais**

O melhoramento genético florestal visa o aumento da produtividade, adequação da matéria prima ao produto final, melhoria nas condições adaptativas, tais como a capacidade de florescimento e produção de frutos e sementes, tolerância a pragas e doenças e, principalmente, a manutenção da variabilidade genética (Pigato e Lopes, 2001). Enquanto que, segundo Kageyama e Dias (1982), a filosofia da conservação genética se baseia na manutenção da variabilidade genética entre e dentro de populações como condição essencial e insubstituível para a continuada evolução das espécies.

De acordo com Pamplona (2000), o melhoramento genético de qualquer espécie, tanto vegetal quanto animal, deve estar fundamentado no conhecimento das características botânicas, agronômicas, silviculturais, anatômicas ou zootécnicas e, principalmente, do controle genético dessas características.

O melhoramento genético florestal é baseado em identificar e quantificar a variabilidade das características de interesse e sua utilização, bem como aumentar ou manter a produtividade e o desempenho de outras características de interesse econômico. Neste contexto, os programas de melhoramento florestal consistem em: a) determinar as espécies ou fontes geográficas dentro de uma espécie que possam ser usadas em dada área; b) determinar as causas, a quantidade e a natureza da variabilidade dentro de espécies; c) produzir árvores que reünam as combinações de características desejadas; d) produzir maciçamente materiais melhorados para fins de reflorestamento; e) desenvolver e manter uma população base suficientemente adequada para garantir progressos em gerações avançadas (Zobel e Talbert, 1984).

A estratégia e a alocação de esforços no melhoramento genético florestal devem considerar, portanto, a magnitude relativa de variação genética, implicando em maiores ganhos advindos da exploração dessa variação nas populações (Dias e Kageyama, 1991). De acordo com esses mesmos autores, as estratégias aplicadas a uma população inicial com grande variabilidade

genética devem ser suficientemente adequadas para assegurar ganhos genéticos, contínuos e acumulativos.

Por meio do estudo da variabilidade genética e estimação dos coeficientes de herdabilidade das características de qualidade da madeira, é possível identificar e determinar a magnitude do controle genético das mesmas e, com isso, determinar quais dessas características são importantes para o melhoramento (Almeida, 2001).

A utilização de métodos “ex situ” e “in situ” pode contribuir satisfatoriamente para a conservação genética das espécies, porém estas técnicas estão longe de suprir todas as necessidades. Assim a variabilidade genética de muitas espécies tem sido perdida por desmatamento, doenças e extrativismo indiscriminado, além de outras modificações mais lentas e sutis. Dessa forma os armazenamentos tecnológicos e naturais (bancos de sementes) são técnicas relativamente seguras e econômicas contra essas perdas, assegurando valiosos germoplasmas das espécies que correm risco de extinção (Aguiar et al., 2001).

Na conservação “in situ” as espécies são deixadas em seus habitats, objetivando garantir proteção ao seu conjunto de genes e quando necessário possibilitar o conhecimento científico da tecnologia reprodutiva, ecologia, padrão de distribuição, além do conhecimento prévio da existência de variabilidade genética e de sua forma de distribuição comparada a outras populações naturais (Paiva, 1998).

Lleras (1992), citado por Etori et al. (1996), define a conservação “ex situ” como a manutenção de amostras representativas de populações que, depois de caracterizadas geneticamente, avaliadas e multiplicadas, estejam disponíveis para melhoramento genético ou pesquisas correlatas. O mesmo autor considera que grande parte dos recursos genéticos florestais enquadram-se neste caso, pois a variabilidade genética adequada de muitas espécies somente poderá ser garantida dessa forma.

Segundo Sebbenn e Etori (2001), a conservação genética “ex situ” de essências florestais que se encontram em risco de extinção, objetiva a manutenção da variabilidade genética fora de seu ambiente natural, para uso atual ou futuro.

O melhoramento genético e a conservação “ex situ” devem levar em consideração conhecimentos básicos sobre cada espécie, uma vez que prevê o seu manuseio em ambientes controlados (Zobel e Talbert, 1984).

Segundo Daniels (1984) citado por Xavier (1996), os testes de progênie são partes integrantes dos programas de melhoramento florestal, como um todo. Estes testes reúnem grupos de diferentes entidades genéticas (espécies, raças, progênies ou clones) na forma experimental, em um ou mais ambientes. Desta forma, as diferenças nas características ou no desempenho dessas entidades genéticas são atribuídas às diferenças genéticas, cujo comportamento orientará a seleção de árvores geneticamente superiores.

De acordo com Kageyama et al. (1978), testes de progênies, realizados com sementes de polinização aberta ou controlada, representam uma das mais úteis ferramentas para o melhorista florestal. São importantes para determinar o valor reprodutivo dos indivíduos selecionados, para estimar os parâmetros genéticos, para selecionar os indivíduos superiores, bem como para produzir sementes através de sua transformação em pomares de sementes por mudas.

Os testes de progênies são realizados quando se deseja avaliar a superioridade que visualmente o indivíduo apresenta. Por esses testes, é possível saber se certo indivíduo aparentemente superior o é devido a sua constituição genética, ou devido a uma condição ambiental favorável. Desse modo, quando é feita a seleção para formação de pomares clonais, testes de progênies são sempre requeridos para determinar a superioridade genética das árvores selecionadas e, a partir dos resultados, proceder ao desbaste seletivo (Santos et al., 2002).

## **2.5 - Estimação de parâmetros genéticos**

A estimação de parâmetros genéticos é uma das ferramentas mais utilizadas para quantificar a variabilidade existente em uma espécie, seja entre ou dentro de suas populações, uma vez que a maioria das características que despertam interesse econômico pode ser facilmente medidas e a análise das

mesmas permite tornar mais eficientes os processos seletivos nos programas de melhoramento.

De acordo com Furtado (1996), o termo parâmetro é utilizado para designar as características de uma população, particularmente média e variância, sendo sua estimação um dos principais objetivos da inferência estatística. Essas estimativas são obtidas por meio de funções de elementos de uma amostra retirada dessa população, os estimadores.

Segundo Cruz e Carneiro (2003), a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos é fundamental por permitir identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e avaliar a eficiência de diferentes estratégias de melhoramento para obtenção de ganhos genéticos e manutenção de uma base genética adequada.

Tudo aquilo que conseguimos visualmente mensurar ou separar em classes, o fenótipo do organismo, é determinado por dois componentes principais, por um componente genético que representa o efeito dos genes que o organismo possui e por um componente ambiental que representa a ação diferencial do ambiente sobre a expressão dos genes (Falconer, 1987).

Conforme Cockerham (1963) citado por Pires (1984), os parâmetros genéticos que mais interessam ao melhorista e que são freqüentemente envolvidos nos estudos de progênies, referem-se às variâncias genéticas e seus componentes aditivos e não aditivos, ao coeficiente de herdabilidade no sentido amplo e restrito, as interações genótipo x ambiente e as correlações genéticas entre características.

A seguir será apresentada uma revisão sobre as variâncias, os coeficientes de herdabilidade e as interações genótipo x ambiente.

### **2.5.1 - Estimativas de variâncias**

A determinação da variação presente em populações naturais ou implantadas é o primeiro passo para o estudo das espécies (Zobel e Buijtenen, 1989). Sendo assim, antes de qualquer providência para se implantar programas de melhoramento é necessária a constatação da existência de

variabilidade genética na população em estudo e a seguir quantificar a magnitude dessa variação e de seus componentes.

Para Cruz e Carneiro (2003), a magnitude da variância genética, por si só, não tem significado prático pois depende da escala da variável e das condições ambientais em que foi estimada.

Segundo Cruz e Regazzi (1994), tanto nas médias quanto nas variâncias é importante reconhecer que proporção da estimativa obtida tem causa genética e que proporção tem causa não genética, sendo que essa última, na maioria das vezes, atua contra os interesses do melhorista. Ainda é importante identificar na fração genética quais as proporções que podem ser atribuídas a fatores genéticos aditivos, dominantes e epistáticos. A avaliação da importância desses fatores está intimamente relacionada como os objetivos do programa de melhoramento.

Segundo Furtado (1996), a primeira partição da variância foi realizada por Fisher em 1918, em três componentes: (1) variância genética aditiva, atribuída aos efeitos individuais dos genes; (2) variância devido aos desvios de dominância, atribuídas às interações entre os alelos de um mesmo gene; e (3) variância epistática, oriunda das interações entre alelos de genes diferentes. De acordo com Allard (1971), a interação gênica não alélica implica que os efeitos de alguns genes são modificados por genes presentes em outros locos.

Informações a respeito da magnitude da variância aditiva e da atribuída aos desvios de dominância, negligenciando-se a de natureza epistática, possibilitam a avaliação da potencialidade da população para o melhoramento e facilitam as decisões de escolha do método de melhoramento (Cruz e Regazzi, 1994).

A variabilidade genética das propriedades da madeira pode ser complexa, no entanto, pode ser manipulada para obtenção de ganhos significativos. A variação genética é dividida em componente aditivo e não aditivo, e os dois combinados resultam na variação genética total, a qual só é obtida utilizando a propagação vegetativa (Zobel e Buijtenen, 1995).

A variância aditiva também tem sido definida como a relação linear entre os valores genotípicos dos indivíduos de uma população em equilíbrio e o número de alelos favoráveis que eles possuem. Assim, a existência desta

variância constitui-se em um indicativo da facilidade da identificação de genótipos geneticamente superiores, os quais proporcionarão ganhos mais vantajosos em razão de sua seleção (Cruz e Regazzi, 1994).

A variância atribuída aos desvios de dominância, quando constitui uma fração considerável da variância genotípica, é um indicador das dificuldades no processo seletivo tanto em termos de identificação de genótipos com maior concentração de alelos favoráveis quanto na quantidade do ganho seletivo obtido pela seleção e recombinação de indivíduos eleitos. A existência de variância atribuída à dominância é desejável em programas que objetivam a exploração do vigor manifestado em combinações híbridas. Como há relação biométrica entre a heterose e o grau médio da dominância, conclui-se que, na existência de variância devido ao efeito de dominância, a heterose se manifesta de maneira significativa (Cruz e Regazzi, 1994).

No caso de essências florestais, ainda não há muita informação sobre os componentes da variação genética. Contudo as evidências indicam que, embora ocorra variância de dominância, a predominância é para a variância aditiva (Ramalho, 1993). Entretanto, se considerar que as populações foram pouco trabalhadas, é esperado que essas possuam grande variabilidade, tanto para os componentes aditivos quanto para os não-aditivos (Xavier, 1996).

Cruz e Carneiro (2003), relatam que a variância aditiva tem merecido destaque porque expressa a similaridade entre indivíduos aparentados e, portanto, é um dos componentes que determina a covariância entre estes indivíduos. Assim, torna-se uma ferramenta indispensável para avaliar o sucesso de um programa de melhoramento genético, o qual se baseia na covariância existente entre o material experimental avaliado e o material genético repassado para novos ciclos de melhoramento ou para a comercialização.

### **2.5.2 - Coeficiente de herdabilidade**

Dudley (1969), citado por Borges et al. (1980), relata que a detecção da variabilidade não diz nada sobre a quantidade de variabilidade genética dentro

de certa população. Para isso, é necessário estimar os valores de herdabilidade ( $h^2$ ), onde obtem-se informações sobre a magnitude relativa da variação genética e ambiental.

O conceito de herdabilidade surgiu com o objetivo de investigar se as diferenças observadas entre os indivíduos de uma população se devem a diferenças na constituição genética desses indivíduos ou se são resultantes de diferentes forças de natureza ambiental. O conceito de herdabilidade é simples; as complicações surgem quando a definição é aplicada em situações de melhoramento. Por exemplo, a natureza da variabilidade genética definida, as unidades experimentais consideradas e a população de inferência afetam o coeficiente de herdabilidade atribuída a um caráter (Furtado, 1996).

Segundo Zobel e Talbert (1984), a herdabilidade não é um valor fixo para uma determinada característica de uma determinada espécie. As estimativas de herdabilidade não são obtidas sem erros; por isso, apenas indicam controle genético relativo e não podem ser interpretadas como valor absoluto ou invariante.

Os diferentes valores de herdabilidade encontrados para a mesma espécie, por diversos autores, são em função, principalmente, dos diferentes métodos utilizados na sua determinação, dos diferentes materiais genéticos, dos locais, da idade de avaliação, entre outros fatores (Xavier, 1996).

A estimativa da herdabilidade, no sentido restrito, proporciona o conhecimento sobre a magnitude relativa das variações genéticas e ambientais (Lins et al., 2001).

De acordo com Furtado (1996), o termo herdabilidade pode ser usado no sentido amplo ou restrito. No sentido amplo, o genótipo é considerado como a unidade em relação ao ambiente. Entretanto, os genes segregam e se juntam em novas combinações, que podem exibir interações intra-alélicas (dominância) e interações inter-alélicas (epistasia). As diferenças entre os efeitos de alelos em combinação e seus efeitos médios na população são efeitos epistáticos e de dominância, que são transmitidos apenas em parte. Então, a herdabilidade no sentido amplo, considera a variabilidade total em relação à variabilidade fenotípica, enquanto a herdabilidade no sentido restrito

considera somente a porção aditiva da variância genética, em relação à variabilidade fenotípica.

Segundo Borges et al. (1980), a herdabilidade no sentido restrito é de grande importância, o que mostra o quanto a variância genética aditiva, ou seja, a variância dos valores reprodutivos é responsável pela variância fenotípica total. Ainda segundo esses mesmos autores, no caso de progênies de meio-irmãos, a herdabilidade no sentido restrito, que é a que mais interessa ao melhoramento florestal, é igual a herdabilidade no sentido amplo, uma vez que, não havendo variância devido à dominância, a variância genética total ( $\sigma^2_g$ ) é igual à quarta parte da variância genética aditiva ( $\sigma^2_a$ ).

Outro aspecto importante a ser considerado é que quanto mais próximo de 1 o valor da herdabilidade, mais eficiente será o processo de seleção. Quando o valor da herdabilidade é elevado, a seleção deverá aumentar as freqüências dos genes favoráveis e conseqüentemente produzir a mudança desejada na média da população. Entretanto, segundo Falconer (1987), altos valores de coeficiente de herdabilidade não indicam, por si só, condições favoráveis para o melhoramento, pois, ao lado da magnitude da herdabilidade, é necessário existir variabilidade. Além disso, altos coeficientes de herdabilidade podem ser conseguidos mesmo se houver baixos valores de variabilidade genética, desde que a influência do ambiente sobre o carácter seja pequena.

Outro fator a ser observado, é a idade de avaliação da espécie em questão, uma vez que a expressão de certos genes pode ser mascarada em idades juvenis, podendo acontecer de o melhor fenótipo na época de teste não ser o melhor fenótipo na época de exploração. Segundo Vencovsky e Barriga (1992), a herdabilidade é um parâmetro próprio de uma população em um determinado ambiente, não sendo, portanto, propriedade de um carácter de uma espécie, podendo, dessa forma, variar em diferentes idades e ambientes, logo, suas estimativas em idades precoces servem apenas como indicativos do seu comportamento, sendo ideal sua estimativa na idade de uso.

### 2.5.3 - Interação genótipo x ambiente

A expressão fenotípica de cada organismo é influenciada por seu genótipo, pelo ambiente onde ele vive e pela interação existente entre seu genótipo e o ambiente, a qual é conhecida como interação genótipo x ambiente.

De acordo com Allard (1971), a expressão fenotípica de um certo caráter, como por exemplo, a produtividade, representada por  $F$ , pode, assim, ser expressa como se segue:

$$F = \mu + g + e + (ge)$$

Nesta expressão, o valor numérico do fenótipo é considerado como sendo a soma da média geral da população ( $\mu$ ), um efeito genotípico ( $g$ ), um efeito ambiental ( $e$ ) e um efeito de interação ( $ge$ ). Se fosse possível catalogar todos os genótipos e todos os ambientes, o valor assim obtido representaria a média da população ( $\mu$ ). Um dado genótipo (ou um dado ambiente) pode ter um efeito aditivo ou subtrativo em relação à média, conforme sua ação seja de aumentar ou diminuir a produtividade em torno da média geral da população. O termo ( $ge$ ), referente à interação, será nulo somente se todos os genótipos tiverem um comportamento consistente em todos os ambientes, isto é, se não houver interação genótipo por ambiente.

Denomina-se interação genótipo x ambiente a resposta diferenciada de genótipos quando submetidos a diferentes condições de ambiente. Tal interação pode ser considerada como indicador de estabilidade relativa de um genótipo. Se a interação se aproxima de zero, os genótipos são bastante estáveis para as características em consideração, ou seja a magnitude das respostas é semelhante nos diferentes ambientes. Como estratégia de melhoramento, tem-se duas alternativas: uma que visa obter genótipos generalistas, ou seja, os mais estáveis, com maior poder de adaptação; e outra que conduz a genótipos especialistas, de adaptação mais específica e que capitaliza o fenômeno de interação. A melhor estratégia, em geral é utilizar ambas as alternativas, de forma balanceada, para as condições existentes (Gomes, 1996).

De acordo com Kageyama (1977), é de se esperar que populações ocorrendo em habitats de diferentes condições ecológicas tenham diferentes habilidades adaptativas. Embora elas estejam classificadas como pertencentes a uma espécie, geralmente variam na sua inerente constituição genética em função de sua adaptação a diferentes habitats.

Uma vez detectada a existência da interação genótipo x ambiente, é desejável que se identifique a sua principal causa, dado que o comportamento de uma planta, em um dado sítio, é determinado tanto pelas características inerentes à planta, ou seja, o seu potencial genético, quanto pelos fatores ambientais (Gomes, 1996).

## **2.6 - Ganhos genéticos**

Todo programa de melhoramento genético tem como objetivo específico proporcionar ganhos que justifiquem sua implantação, especialmente no que diz respeito à elevação dos lucros ou redução de prejuízos, no entanto, para isso é necessária a utilização de métodos que permitam quantificar esses ganhos através da identificação daquelas características de interesse, as quais através de sua seleção tornem possível a obtenção dos maiores progressos.

Segundo Cruz e Carneiro (2003), o objetivo de qualquer programa de melhoramento é alterar (aumentar ou diminuir) a média de uma população para um determinado caráter de interesse. Por se tratar do angico vermelho que é uma espécie de usos múltiplos, o interesse está na escolha de progênies com valores médios superiores à média da população para todas as características.

A possibilidade da predição de ganhos obtidos por uma estratégia de seleção constitui-se em uma das principais contribuições da genética quantitativa. Por meio dessas informações é possível orientar de forma mais efetiva o programa de melhoramento, predizer o sucesso do esquema seletivo adotado e decidir, com base científica, por técnicas alternativas que possam ser mais eficazes (Cruz e Regazzi, 1994).

Para Martins et al. (2001), no melhoramento, uma prática importante é a seleção de fenótipos superiores, indivíduos ou progênies, que tornam viável o

melhoramento, uma vez que para obter-se populações melhoradas é necessário que a seleção e a recombinação sejam feitas em nível de indivíduos e progênies. Ainda de acordo com esses mesmos autores, no sentido de realizar-se a prática de seleção, torna-se necessário escolher os métodos de seleção, sua escolha dependerá das magnitudes e dos sentidos dos ganhos genéticos preditos e da facilidade de aplicação.

Segundo Castoldi (1997), a obtenção de um indivíduo que reúna em si uma série de características favoráveis é a preocupação de todo melhorista. Segundo esse mesmo autor, o ganho de seleção é, em síntese, o ponto para o qual convergem todos os esforços do melhoramento, e é nele, fundamentalmente, que reside o sucesso ou insucesso do trabalho do melhorista.

De acordo com Pires (1996), a seleção entre e dentro de progênies consiste em identificar as melhores progênies, e dentro destas, os melhores indivíduos em um teste de progênie. Pode-se perceber, portanto, que as plantas-mães selecionadas inicialmente não participam no processo de recombinação após seleção, mas sim, seus descendentes, geralmente aqueles que estão sendo testados.

A necessidade da manutenção da base genética é fundamental para a obtenção de ganhos genéticos a longo prazo. Segundo Borém (1999), a partir da avaliação experimental, devem ser selecionados materiais genéticos com elevada média e ampla variabilidade genética, que deverá propiciar ganhos contínuos com seleção ao longo de várias gerações.

Talvez um dos maiores desafios impostos aos melhoristas de espécies arbóreas esteja na demora para que seja alcançada a idade em que a espécie em questão pode ser comercialmente explorada e passe a gerar lucros. Por isso, de acordo com Borém (1999), a eficiência dos programas de melhoramento deve ser medida pelo ganho genético por unidade de tempo. Assim, o intervalo entre gerações (tempo necessário para se completar um ciclo) desempenha relevante papel no melhoramento de espécies perenes, em que a seleção precoce deve ser uma meta constante.

Para obter ganhos por seleção existem várias estratégias, de acordo com o objetivo. Se se deseja selecionar uma característica somente, a seleção

direta é o caminho mais viável e fácil. Normalmente, no melhoramento vegetal, a produção é o caráter sobre o qual o esforço é dirigido. Entretanto, algumas vezes, não somente a produção interessa, mas também outro conjunto de variáveis. Neste caso, o melhorista tem a sua disposição, como método de ganho de seleção, a resposta correlacionada (seleção indireta) e os índices de seleção (Castoldi, 1997).

De acordo com Cruz e Regazzi (1994), geralmente os diversos caracteres de importância econômica estão correlacionados entre si, em magnitude e sentido variados. Tal fato implica que a seleção em um caráter pode proporcionar alterações em outros, cujo sentido pode ser ou não de interesse do melhoramento. Assim a quantificação dos efeitos indiretos da seleção de um (ou vários) caráter sobre outros secundários será fundamental para que se possa orientar programas de melhoramento em que se tenha um material genético que reúna, simultaneamente, uma série de atributos favoráveis.

De acordo com Martins et al. (2001), apesar da aparente superioridade da seleção combinada, os processos de seleção entre e dentro também proporcionam ganhos expressivos e, como são mais simples de serem usados, por não envolverem cálculos matriciais, também, devem ser considerados como instrumentos de ordenamentos de candidatos à seleção. Sendo assim, dependendo do grau de conhecimento da espécie, a forma de seleção aplicada poderá ou não ser mais simples.

Segundo Paterniani e Miranda Filho (1987), citados por Lins et al. (2001), tradicionalmente, o melhoramento de uma população para uma dada característica é resultado do ganho de seleção, que depende do diferencial de seleção, que por sua vez é a diferença entre a média do grupo selecionado e a média da população original. Portanto, em processo de seleção, quanto maior for a pressão de seleção, maior será esse diferencial e, conseqüentemente, o progresso genético.

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Material experimental

O experimento envolveu 34 progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) selecionadas em 4 populações distintas (procedências), conforme Quadro 1.

QUADRO1 - Procedências e respectivas progênies de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan)

<b>Procedências</b>	<b>Progênies</b>
Barbacena (AFT)	3 15, 17, 23, 25
Santa Bárbara do Tugúrio (ASB)	1, 4, 8, 11, 20, 21, 24, 26, 31, 33
Santo Antônio dos Ferros (AFA)	2, 6, 10, 12, 14, 18, 22, 27, 29, 30
Capela Nova (ACN)	5, 7, 9, 13, 16, 19, 28, 32, 34

A seleção das matrizes baseou-se nas características altura, CAP, espessura da casca, forma do fuste, presença de floração e características de sanidade.

As árvores matrizes foram selecionadas mantendo-se uma distância mínima de 50 metros entre elas, com intuito evitar indivíduos aparentados. Após a coleta dos frutos, foram produzidas as mudas utilizando-se sacos de polietileno com 18 cm de altura e 8 cm de diâmetro, tendo como substrato terra de barranco e esterco de curral curtido na proporção de 3:1 e adubação com N-P-K (4-14-18) granulado, na dosagem de 5 Kg/m<sup>3</sup> de substrato. As mudas permaneceram no viveiro a céu aberto por 1 ano, recebendo duas irrigações por dia, sendo levadas a campo ao final deste período, com 50 cm de altura, devidamente identificadas por progênies.

## 3.2 - Métodos

O teste foi instalado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) em janeiro de 2002, em delineamento de blocos ao acaso, com 6 repetições e parcelas lineares de 5 plantas, em um espaçamento de 3,00 x 3,00 m.

O experimento encontra-se na Reserva Biológica “Pinheiro Grosso”, município de Barbacena- MG, cujas coordenadas geográficas são 21°13'30”S de latitude e 42°46'40”W de longitude e 1136 m de altitude. O clima da região classifica-se como sendo tropical úmido, com temperatura e precipitação média anual de 18°C e 1330 mm, respectivamente, conforme Ribeiro (2003).

A área utilizada foi totalmente cercada e roçada, seguindo-se da abertura das covas, tendo sido realizada adubação por cobertura com 150 gramas de N-P-K (6-30-10) por cova.

As características avaliadas aos 10 meses de idade foram a altura total ( $H_{total}$ ), altura do fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ). Os dados foram coletados, obedecendo o seguinte critério de medição:

$H_{total}$  → altura a partir do solo até o ramo mais alto da copa (m);

$H_{fuste}$  → altura a partir do solo até o primeiro ramo da copa (m);

$D_{base}$  → diâmetro medido a 10 cm do solo (cm).

Sendo as medidas  $H_{total}$ ,  $H_{fuste}$  e  $D_{base}$  tomadas diretamente em cada planta do teste, enquanto que  $H_{copa}$  foi obtida pela diferença entre  $H_{total}$  e  $H_{fuste}$ .

### 3.2.1 - Análise estatística e estimação de parâmetros

Para avaliação da existência de variabilidade genética entre e dentro das progênies de angico vermelho, submeteram-se os dados obtidos à análise de variância e teste F, com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2003), onde, através do desdobramento dos quadrados médios, foi possível a obtenção das estimativas dos parâmetros desejados que permitem inferir sobre a variabilidade genética presente nessas progênies e como ela está distribuída.

### 3.2.1.1 - Análise de variância univariada

As análises estatísticas foram realizadas segundo o modelo descrito por Steel e Torrie (1980), considerando todos os efeitos aleatórios, exceto a média, conforme a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + b_j + \varepsilon_{ij} + d_{ijk}$$

sendo:

$i = 1, 2, \dots, I$  progênes;

$j = 1, 2, \dots, J$  repetições;

$k = 1, 2, \dots, K$  plantas por parcela.

em que:

$Y_{ijk}$  = observação relativa à  $k$  - ésima planta, na  $j$  - ésima repetição, da  $i$  - ésima família;

$\mu$  = média geral;

$\rho_i$  = efeito da família  $i$ , sendo  $\rho_i \sim \text{NID}(0, \sigma^2_g)$ ;

$b_j$  = efeito da repetição  $j$ , sendo  $b_j \sim \text{NID}(0, \sigma^2_b)$ ;

$\varepsilon_{ij}$  = efeito aleatório entre parcelas, sendo  $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2_e)$ ; e

$d_{ijk}$  = efeito da variação entre plantas dentro das parcelas, sendo  $d_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2_d)$ .

O esquema de análise de variância, em nível de indivíduos, com as respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios, é apresentada no Quadro 2.

QUADRO 2 - Esquema de análise da variância em nível de plantas individuais, com as esperanças matemáticas dos quadrados médios

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos	(J - 1)	Q1	$\hat{S}^2_d + K\hat{S}^2_e + KI\hat{S}^2_b$
Progênes	(I - 1)	Q2	$\hat{S}^2_d + K\hat{S}^2_e + KJ\hat{S}^2_g$
Entre parcelas	(J - 1)(I - 1)	Q3	$\hat{S}^2_d + K\hat{S}^2_e$
Dentro de parcelas	IJ (K - 1)	Q4	$\hat{S}^2_d$

Em que

QM = Quadrado Médio;

E(QM) = Esperança do Quadrado Médio;

$\hat{S}^2_g$  = Componente de variância, em razão do efeito de progênie;

$\hat{S}^2_b$  = Componente de variância, em razão do efeito de blocos;

$\hat{S}^2_e$  = Componente de variância, devido a variação entre parcelas; e

$\hat{S}^2_d$  = Componente de variância, devido a variação dentro de parcelas.

### 3.2.1.2 - Estimação de variâncias genéticas e fenotípicas

Com base na análise de variância, a partir dos componentes das esperanças de quadrado médio, foram estimados os parâmetros genéticos que auxiliaram na tomada de decisão de acordo com metodologia descrita por Vencovsky (1987) conforme apresentado a seguir:

1- Variância genética entre progênes ( $\hat{S}^2_g$ )

$$\hat{S}^2_g = \frac{Q2 - Q3}{KJ} = \frac{1}{4} \hat{S}^2_a$$

2- Variância genética dentro de progênes ( $\hat{S}^2_{g(d)}$ )

$$\hat{S}^2_{g(d)} = \hat{S}^2_d - \hat{S}^2_{e(d)}, \text{ considerando-se: } \hat{S}^2_{e(d)} = \hat{S}^2_e$$

3- Variância genética aditiva ( $\hat{\mathbf{s}}^2_a$ )

$$\hat{\mathbf{s}}^2_a = 4\hat{\mathbf{s}}^2_g$$

4- Variância fenotípica dentro de progênes ( $\hat{\mathbf{s}}^2_d$ )

$$\hat{\mathbf{s}}^2_d = Q4$$

5- Variância fenotípica em nível de plantas individuais no bloco ( $\hat{\mathbf{s}}^2_{fb}$ )

$$\hat{\mathbf{s}}^2_{fb} = \hat{\mathbf{s}}^2_g + \hat{\mathbf{s}}^2_e + \hat{\mathbf{s}}^2_d$$

6- Variância fenotípica em nível de média das progênes ( $\hat{\mathbf{s}}^2_{fm}$ )

$$\hat{\mathbf{s}}^2_{fm} = \frac{\hat{\mathbf{s}}^2_d}{KJ} + \frac{\hat{\mathbf{s}}^2_e}{J} + \hat{\mathbf{s}}^2_g$$

7- Variância fenotípica em nível de plantas individuais no experimento  
( $\hat{\mathbf{s}}^2_{fe}$ )

$$\hat{\mathbf{s}}^2_{fe} = \hat{\mathbf{s}}^2_g + \hat{\mathbf{s}}^2_d + \hat{\mathbf{s}}^2_e + \hat{\mathbf{s}}^2_b$$

8- Variância de blocos ( $\hat{\mathbf{s}}^2_b$ )

$$\hat{\mathbf{s}}^2_b = \frac{Q1 - Q3}{KI}$$

9- Variância ambiental entre parcelas ( $\hat{\mathbf{s}}^2_e$ )

$$\hat{\mathbf{s}}^2_e = \frac{Q3 - Q4}{K}$$

10- Variância devido ao efeito de dominância ( $\hat{\mathbf{s}}^2_{do}$ ) (Cruz e Carneiro, 2003)

$$\hat{\mathbf{s}}^2_{do} = \hat{\mathbf{s}}^2_{g(d)} - \frac{3}{4}\hat{\mathbf{s}}^2_a$$

### 3.2.1.3 - Estimação dos coeficientes de herdabilidade e de variação

A partir das estimativas das variâncias, estimou-se os coeficientes de herdabilidade em nível de média de progênies ( $\hat{h}^2_m$ ), em nível de plantas individuais dentro de progênies ( $\hat{h}^2_d$ ), no bloco ( $\hat{h}^2_b$ ) e no experimento ( $\hat{h}^2_{\text{exp}}$ ).

1- Coeficiente de herdabilidade, em nível de média de família ( $\hat{h}^2_m$ )

$$\hat{h}^2_m = \frac{\hat{\mathbf{S}}^2_g}{\hat{\mathbf{S}}^2_{jm}}$$

2- Coeficiente de herdabilidade em nível de plantas individuais dentro de progênies ( $\hat{h}^2_d$ )

$$\hat{h}^2_d = \frac{3\hat{\mathbf{S}}^2_g}{\hat{\mathbf{S}}^2_d}$$

3- Coeficiente de herdabilidade em nível de plantas individuais no bloco ( $\hat{h}^2_b$ )

$$\hat{h}^2_b = \frac{4\hat{\mathbf{S}}^2_g}{\hat{\mathbf{S}}^2_{jb}}$$

4- Coeficiente de herdabilidade em nível de plantas individuais no experimento ( $\hat{h}^2_{\text{exp}}$ )

$$\hat{h}^2_{\text{exp}} = \frac{4\hat{\mathbf{S}}^2_g}{\hat{\mathbf{S}}^2_{fe}}$$

A partir das estimativas das variâncias, também foram calculados os coeficientes de variação genética associados às variações dentro de parcelas ( $CV_d$ ); o coeficiente de variação genética entre progênies ( $CV_g$ ); coeficiente de variação ambiental ( $CV_e$ ); e coeficiente de variação experimental ( $CV_{\text{exp}}$ ), com base em Vencovsky (1987):

1- Coeficiente de variação genética entre progênies ( $\hat{C}V_g$ )

$$\hat{C}V_g(\%) = \frac{\hat{S}_g}{\bar{Y}} \cdot 100$$

2- Coeficiente de variação genética dentro de parcelas ( $\hat{C}V_d$ )

$$\hat{C}V_d(\%) = \frac{\hat{S}_d}{\bar{Y}} \cdot 100$$

3- Coeficiente de variação ambiental ( $\hat{C}V_e$ )

$$\hat{C}V_e(\%) = \frac{\hat{S}_e}{\bar{Y}} \cdot 100$$

4- Coeficiente de variação experimental ( $\hat{C}V_{\text{exp}}$ )

$$\hat{C}V_{\text{exp}}(\%) = \frac{\sqrt{Q3/K}}{\bar{Y}} \cdot 100$$

Em que  $\bar{Y}$  = média geral da característica.

#### **3.2.1.4 - Estimação dos progressos genéticos com seleção**

Embora os dados experimentais tenham sido obtidos em idade precoce, optou-se por prever a possibilidade de obtenção de ganhos genéticos entre e dentro de progênies. Contudo, essa predição terá apenas a finalidade de efetuar o estudo do emprego dessa ferramenta da genética quantitativa em uma espécie arbórea nativa.

Para estimação dos ganhos genéticos com a seleção entre e dentro de progênies de meio-irmãos de angico vermelho, considerou-se uma porcentagem de seleção de 26,5% e de 20% respectivamente, adotando-se como unidade de recombinação apenas os indivíduos selecionados (controle

parental 1), utilizando-se para isso as expressões que constam em Cruz e Regazzi (1994):

$$GS = (h^2_m \cdot DS_e) + (h^2_d \cdot DS_d)$$

Em termos percentuais, tem-se:

$$GS(\%) = \frac{GS}{\bar{Y}} \cdot 100$$

Em que :

$\bar{Y}$  = média geral da característica;

GS = ganho proporcionado pela seleção entre e dentro de progênies;

$h^2_m$  = herdabilidade em nível de médias de progênies;

$h^2_d$  = herdabilidade em nível de plantas dentro de progênies;

$DS_e$  = diferencial de seleção com base nas médias das progênies; e

$DS_d$  = diferencial de seleção dentro da progênie.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Análise de variância

No Quadro 3 são apresentados os resultados das análises de variância para as características, altura total ( $H_{total}$ ), altura de fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ), referentes à avaliação realizada aos 10 meses de idade em progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*). Neste quadro encontram-se, também, as médias gerais e os respectivos coeficientes de variação experimental para cada uma das quatro características.

QUADRO 3 - Resultado da análise de variância da altura total ( $H_{total}$ ), altura do fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ) de progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan)) aos 10 meses de idade avaliadas em Barbacena - MG

FV	GL	Quadrados Médios			
		$H_{total}$	$H_{fuste}$	$H_{copa}$	$D_{base}$
Blocos	5	0,17424	0,11806	0,19313	0,74833
Progênies	33	0,60701**	0,26026**	0,13921**	1,17565**
Entre parcelas	165	0,05766	0,03498	0,03292	0,16939
Dentro de parcelas	731	0,04776	0,02769	0,02312	0,11231
Média		0,9081	0,5459	0,3622	1,1243
CV <sub>exp</sub> (%)		12,49	16,19	23,67	17,30

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A análise de variância vem sendo utilizada como instrumento de extrema importância em experimentos, especialmente na área de melhoramento

genético florestal, uma vez que permite detectar a existência ou não de variações que vão servir como base para decisões sobre estratégias mais eficazes de seleção.

Foram observadas diferenças significativas a 1% de probabilidade pelo teste F em todas características avaliadas no local de experimentação. Portanto, pode-se inferir que existe variabilidade genética entre progênies, para as características, o que revela possibilidades de obtenção de ganhos genéticos pela aplicação de seleção nesta população.

Os coeficientes de variação experimental para  $H_{total}$  e  $D_{base}$  foram de 12,49 e 17,30% respectivamente, estando estes valores dentro do nível médio encontrado para espécies arbóreas nativas como *Tabebuia heptaphylla* (Vell) (Ettori et al., 1996), *Sclerolobium paniculatum* (Vogel) (Farias Neto e Castro, 1998) e *Myracrodruon urundeuva* (Fr.) All. (Oliveira et al., 2000).

Vale lembrar que baixos coeficientes de variação experimental permitem inferir sobre a boa precisão experimental e baixa interferência de erros, levando à obtenção de resultados mais confiáveis. O coeficiente de variação experimental para  $H_{copa}$  teve maior valor, sendo considerado alto, talvez pelo fato de que tal característica foi estimada com base na diferença entre  $H_{total}$  e  $H_{fuste}$ . Entretanto, esses resultados podem ser considerados satisfatórios.

## 4.2 - Estimação de parâmetros genéticos

### 4.2.1 - Estimativas de variâncias

São apresentados no Quadro 4, para as características altura total ( $H_{total}$ ), altura de fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ), as estimativas de variância genética entre progênies ( $\hat{S}^2_g$ ), variância genética entre plantas dentro de progênies ( $\hat{S}^2_{g(d)}$ ), variância genética aditiva ( $\hat{S}^2_a$ ), variância devido ao efeito de dominância ( $\hat{S}^2_{do}$ ), variância fenotípica dentro de progênies ( $\hat{S}^2_d$ ), variância ambiental ( $\hat{S}^2_e$ ), variância fenotípica em nível de

médias de progênies ( $\hat{S}^2_{fm}$ ), variância fenotípica em nível de indivíduos nos blocos ( $\hat{S}^2_{fb}$ ), variância em virtude do efeito do bloco ( $\hat{S}^2_b$ ) e variância fenotípica entre plantas no experimento ( $\hat{S}^2_{fe}$ ), referentes à avaliação realizada aos 10 meses de idade em progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan).

QUADRO 4 - Estimativas de variâncias de altura total ( $H_{total}$ ), altura do fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ) de progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) aos 10 meses de idade avaliadas em Barbacena - MG

Estimativa dos Parâmetros	Características			
	$H_{total}$	$H_{fuste}$	$H_{copa}$	$D_{base}$
$\hat{S}^2_g$	0,02044	0,00838	0,00396	0,03745
$\hat{S}^2_{g(d)}$	0,04555	0,02607	0,02093	0,09957
$\hat{S}^2_a$	0,08177	0,03353	0,01582	0,14979
$\hat{S}^2_{do}$	-0,01578	0,00092	0,00907	-0,01277
$\hat{S}^2_d$	0,04776	0,02769	0,02312	0,11231
$\hat{S}^2_e$	0,00221	0,00163	0,00219	0,01275
$\hat{S}^2_{fm}$	0,02259	0,00969	0,00518	0,04375
$\hat{S}^2_{fb}$	0,07041	0,03771	0,02926	0,16251
$\hat{S}^2_b$	0,00077	0,00055	0,00105	0,00380
$\hat{S}^2_{fe}$	0,07118	0,03825	0,03032	0,16630

Segundo Luz (1997), a matéria-prima para seleção é a variação genética aditiva, que expressa a variabilidade da parte herdável dos valores fenotípicos, portanto, a que se transmite de uma geração para outra. As maiores variâncias genéticas entre progênies foram observadas para  $D_{base}$  e  $H_{total}$  respectivamente, assim como as maiores variâncias fenotípicas em nível de médias de progênies também foram observadas para estas características.

Observa-se ainda, que os valores para variância genética foram maiores dentro de progênies do que entre progênies. Segundo Ohashi et al. (1992), citados por Siqueira et al. (2000), este padrão de distribuição da variação genética é esperado para espécies alógamas, que apresentam eficientes mecanismos de dispersão de pólen e sementes. Ainda de acordo com esses

mesmos autores, a maior variação genética dentro da população indica que a estratégia de conservação genética da espécie deve priorizar a amostragem dentro das populações, utilizando um grande número de progênies e de indivíduos dentro de progênies.

No Quadro 4 é chamada atenção, ainda, para a variância devido aos desvios de dominância, que para  $H_{total}$  e  $D_{base}$  foram negativas. Considerando-se que não há interação entre genes não alélicos (epistasia) do indivíduo, o valor genético aditivo é a soma dos efeitos individuais dos genes que ele possui e o valor genético devido à dominância é a soma dos efeitos de interação entre os alelos destes genes. Contudo, é necessário que se esclareça que  $\hat{S}_{do}^2$  é uma variância e seu valor não pode ser negativo. Os valores apresentados devem ser considerados nulos, daí admite-se que não há efeito de interação entre os alelos dos genes que determinam as características  $H_{total}$  e  $D_{base}$  para esse experimento. No caso de confirmação desses dados em experimentos futuros, pode-se inferir sobre a não ocorrência de heterose nessa espécie.

#### 4.2.2 - Coeficiente de Herdabilidade

No Quadro 5, são apresentados os coeficiente de herdabilidade no sentido restrito em nível de médias de progênies ( $\hat{h}_m^2$ ), de indivíduos dentro de progênies ( $\hat{h}_d^2$ ), de indivíduos dentro dos blocos ( $\hat{h}_b^2$ ) e de indivíduos no experimento ( $\hat{h}_{exp}^2$ ) para as características altura total ( $H_{total}$ ), altura de fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ) referentes à avaliação realizada aos 10 meses de idade em progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan)).

QUADRO 5 - Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para as características de altura total ( $H_{total}$ ), altura do fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ) de progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) aos 10 meses de idade avaliadas em Barbacena - MG

Estimativa dos Parâmetros	Características			
	$H_{total}$	$H_{fuste}$	$H_{copa}$	$D_{base}$
$\hat{h}^2_m$	0,9050	0,8656	0,7635	0,8559
$\hat{h}^2_d$	1,2842	0,9080	0,5133	1,0003
$\hat{h}^2_b$	1,1614	0,8893	0,5407	0,9217
$\hat{h}^2_{exp}$	1,1489	0,8766	0,5219	0,9007

Observa-se que os valores de herdabilidade encontrados em todos os níveis foram altos, indicando predomínio do controle genético e que existe possibilidade de melhoramento da espécie via seleção. Os maiores valores de  $h^2_m$  foram observados para  $H_{total}$  e  $D_{base}$  respectivamente, indicando boas possibilidades de seleção entre progênies.

A característica  $H_{total}$  apresentou resultados bem diferentes do esperado, uma vez que os coeficientes de herdabilidade em nível de indivíduos dentro de progênies ( $\hat{h}^2_d$ ), de indivíduos dentro dos blocos ( $\hat{h}^2_b$ ) e de indivíduos no experimento ( $\hat{h}^2_{exp}$ ) foram maiores que 1. Lins et al. (2001), estudando o comportamento genético de *Grevillea robusta* observaram o coeficiente de herdabilidade dentro de progênies ( $\hat{h}^2_d$ ) igual a 1,29 a 1 ano de idade, tendo ficado os demais coeficientes entre 0,81 e 0,98 decrescendo nos anos subsequentes. Através deste fato pode considerar-se que a idade de avaliação tenha sido muito precoce e a variação entre os indivíduos não tenha sido expressa de forma real. De acordo com Vencovsky e Barriga (1992), os parâmetros genéticos de um mesmo caráter podem alterar-se com a idade devido ao fenômeno da interação do genótipo com o ambiente.

Sebbenn e Etori (2001) encontraram valores de herdabilidade ( $\hat{h}^2_i$ ) em nível de plantas e dentro de progênies ( $\hat{h}^2_d$ ) superiores à unidade para a característica DAP em *Peltophorum dubium*, 1,33 e 1,71, respectivamente. De

acordo com esses mesmos autores, o modelo aleatório estaria superestimando a quantidade de variância genética aditiva existente entre progênies ( $\hat{S}^2_a = 4\hat{S}^2_g$ ). Esses mesmos autores relataram, ainda, que em progênies de meio irmãos a covariância dentro de progênies estima 1/4 da variância genética aditiva ( $\hat{S}^2_a$ ) e que as possíveis causas para isso são os desvios de cruzamentos aleatórios e endogamia na geração parental. No caso do presente estudo suspeita-se que o angico vermelho apresente uma certa taxa de autofecundação, o que indicaria que essa espécie pode ser considerada de sistema misto de reprodução.

Existem outras hipóteses que poderiam explicar os altos valores de herdabilidade. A primeira delas é a distância entre as matrizes selecionadas, uma vez que foram coletadas sementes de árvores isoladas e em agrupamentos (endogamia), o que poderia ocasionar a utilização de indivíduos aparentados. Conforme Dias e Kageyama (1991), no emprego de árvores superiores, é necessário observar-se uma distância mínima entre as árvores selecionadas, geralmente recomenda-se 100 metros entre as matrizes (Kageyama, 1977). Esse procedimento deve ser observado para que indivíduos geneticamente aparentados não sejam selecionados e venham a constituir um teste de progênies.

Um segundo fator que pode ter contribuído para os altos valores de herdabilidade é a representatividade das parcelas, ou seja, 5 plantas por parcela talvez não tenha sido suficiente para representar a dimensão correta da variabilidade genética das progênies. Cruz e Carneiro (2003), explicam que se a herdabilidade apresentar valores relativamente elevados, indicará uma pequena variação experimental em consequência do bom controle ambiental e do delineamento experimental adequado utilizado para controlar as fontes imprevisíveis de variações. No entanto, parcelas com número reduzido de indivíduos implicam em variações ambientais bem menores.

Como terceira hipótese, para se justificar os valores de herdabilidade, está a ocorrência de variância devido ao efeito de dominância, que vai influenciar as estimativas de variância genética. Segundo Cruz e Carneiro (2003), em ensaios com progênies de meio-irmãos a variabilidade manifestada entre as progênies é de natureza aditiva, porém, em outros casos, inclui

também o componente de variância devido aos desvios da dominância. Esses mesmos autores explicam ainda que este último componente deve ser avaliado, em programas de melhoramento, por estar relacionado com a predição do êxito da produção de híbridos heteróticos e por ser um fator perturbador da identificação de genótipos superiores em populações segregantes.

Especialmente para espécies florestais alógamas, normalmente desconsidera-se outros efeitos da variação, levando-se em conta apenas os valores da variância genética aditiva. Conforme Sebbenn e Etori (2001), na presença de sistema misto de reprodução, outros componentes genéticos são incorporados e redistribuídos entre e dentro das progênies, mas para avaliar estes componentes é necessário avaliar simultaneamente progênies de autofecundação, irmãos-completos e meio-irmãos ou, quando forem originadas de polinização livre, conhecer com precisão a relação de parentesco entre todas as plantas ensaiadas.

#### **4.2.3 - Coeficiente de variação**

No Quadro 6 encontram-se as estimativas de Coeficiente de variação genético entre progênies ( $\hat{C}V_{ge}$ ), Coeficiente de variação genético dentro de progênies ( $\hat{C}V_{gd}$ ), Coeficiente de variação ambiental ( $\hat{C}V_e$ ) e Coeficiente de variação fenotípico entre plantas no experimento ( $\hat{C}V_{fexp}$ ), para as características altura total ( $H_{total}$ ), altura de fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ) referentes à avaliação realizada aos 10 meses de idade em progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan).

QUADRO 6 - Estimativas dos Coeficientes de variação para as características de altura total ( $H_{total}$ ), altura do fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ) de progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) aos 10 meses de idade

Estimativa dos Parâmetros	Características			
	$H_{total}$	$H_{fuste}$	$H_{copa}$	$D_{base}$
$\hat{C}V_{ge}$ (%)	15,7452	16,7729	17,3640	17,2113
$\hat{C}V_{gd}$ (%)	23,5021	29,5789	39,9432	28,0648
$\hat{C}V_e$ (%)	5,1767	7,3864	12,9139	10,0412
$\hat{C}V_{f\ exp}$ (%)	29,37	35,83	48,98	36,27
$\hat{C}V_{ge} / \hat{C}V_e$	3,0415	2,2708	1,3446	1,7141
$\hat{C}V_{gd} / \hat{C}V_e$	4,54	4,0045	3,0930	2,7950

As estimativas dos  $\hat{C}V_{ge}$  não foram muito diferentes para as características avaliadas, entretanto, os valores encontrados para  $\hat{C}V_{gd}$  foram superiores. Esses resultados assemelham-se aos obtidos para *Tabebuia heptaphylla* (Ettori et al., 1996), *Virola surinamensis* (Maêda, 2000) e *Bertholletia excelsa* (Pamplona, 2000), entre outras espécies florestais nativas.

Os  $\hat{C}V_e$  apresentaram baixos valores indicando ótimas condições para inclusão desta população em futuros programas de melhoramento.

Acredita-se que os valores do coeficiente de variação podem sofrer uma diminuição com o aumento da idade, fato esse ocorrido com outras espécies florestais como *Grevillea robusta* (Lins et al., 2001), avaliada a partir do primeiro ano até os 3 anos de idade.

As relações entre  $\hat{C}V_g$  (entre e dentro) e  $\hat{C}V_e$  foram sempre maiores que 1 para todas as características. De acordo com Vencovsky (1987), quando esta relação tende a valores próximos ou maiores que 1 há uma indicação de maiores chances de sucesso com a seleção, uma vez que a variação genética revela-se superior à variação ambiental. Para Lins et al. (2001), por esse princípio, a seleção quando praticada no primeiro ano maximiza o ganho genético; no entanto, a seleção quando praticada em idades muito precoces é

discutível, uma vez que, em geral, os indivíduos ainda não apresentaram todo o seu potencial genético. Sendo assim, é desejável que outras avaliações sejam realizadas posteriormente.

#### 4.2.4 - Seleção entre e dentro de progênies

Devido aos altos coeficientes de herdabilidade em nível de plantas dentro de progênies para a característica altura total ( $H_{total}$ ), a mesma foi excluída do processo de seleção. A intensidade de seleção considerada foi de 20% dentro de progênies e de 26,5% entre progênies.

No Quadro 7 são apresentados os resultados das estimativas dos progressos genéticos com a seleção entre e dentro de progênies para as características altura de fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ), referentes à avaliação realizada aos 10 meses de idade em progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) em Barbacena - MG.

QUADRO 7 - Estimativas dos progressos genéticos com a seleção entre e dentro de progênies de Angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan), aos 10 meses de idade em Barbacena - MG

Nível de seleção	Parâmetros	Característica		
		$H_{fuste}$ (m)	$H_{copa}$ (m)	$D_{base}$ (cm)
Entre progênies	$\hat{h}_m^2$	0,8656	0,7635	0,8559
	GS	0,10786	0,06943	0,20531
	GS%	19,84	19,23	18,36
Dentro de progênies	$\hat{h}_d^2$	0,9080	0,5133	1,0003
	GS	0,18129	0,11963	0,43508
	GS%	33,12	32,99	38,63
Total	GS	0,28915	0,18906	0,64039
	GS%	52,96	52,22	56,99

Observa-se que as perspectivas de ganho são maiores dentro das progênies do que entre as progênies para as três características. Esses

resultados são semelhantes aos encontrados por Lins et al. (2001) analisando progênies de meio-irmãos de *Grevillea robusta*. No entanto, Pamplona (2000) estudando a variabilidade genética em *Bertholletia excelsa*, observou ganhos maiores com a seleção entre progênies do que dentro de progênies.

O  $D_{base}$  foi a característica que apresentou maiores perspectivas de ganho com a seleção dentro de progênies e  $H_{fuste}$  com a seleção entre progênies. De maneira geral, foi, também, a característica  $D_{base}$  que apresentou maior ganho total com a seleção entre e dentro de progênies.

No Quadro 8 são apresentadas as progênies de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) consideradas com melhor desempenho através do processo seletivo para as características avaliadas aos 10 meses de idade.

QUADRO 8 - Progênies de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan) selecionadas com base nas características altura de fuste ( $H_{fuste}$ ), altura de copa ( $H_{copa}$ ) e diâmetro da base ( $D_{base}$ ) aos 10 meses de idade em Barbacena - MG

Característica	Progênies selecionadas
$H_{fuste}$	21, 1, 11, 24, 31, 4, 29, 6, 13
$H_{copa}$	33, 29, 21, 27, 22, 16, 4, 14, 34
$D_{base}$	29, 21, 31, 11, 4, 13, 27, 1, 33

Pela seleção considerando-se apenas cada uma das características avaliadas ter-se-ia 9 das 34 progênies amostradas (intensidade de 26,5% entre progênies), das quais, a maioria não se repete, a exceção das progênies 21, 29 e 4 que estariam entre as selecionadas independente da característica considerada para o processo seletivo, indicando a superioridade genética das mesmas.

## 5 - CONCLUSÕES

Com base na análise dos resultados obtidos para as progênies de meio-irmãos de angico vermelho avaliadas aos 10 meses de idade em Barbacena - MG, conclui-se que:

- Existe variabilidade genética entre as progênies estudadas, para as características avaliadas, indicando a possibilidade de obtenção de ganhos genéticos pela aplicação de seleção nesta população;
- As variâncias genéticas foram maiores dentro de progênies do que entre progênies, indicando que a estratégia de melhoramento e, ou conservação genética da espécie deve priorizar a amostragem dentro de progênies;
- Os coeficientes de herdabilidade encontrados em todos os níveis foram altos, indicando forte controle genético. Os maiores valores de  $h^2_m$  foram observados para  $H_{total}$  e  $D_{base}$  respectivamente, indicando boas possibilidades de seleção entre progênies;
- As relações entre  $\hat{C}V_g$  e  $\hat{C}V_e$  foram sempre maiores que 1 para todas as características, indicando são maiores chances de sucesso com a seleção, uma vez que a variação genética revelou-se superior à variação ambiental;
- As estimativas de ganho genético, obtidas por meio da seleção entre e dentro de progênies, indicaram maior eficiência na seleção dentro de progênies. No entanto ambos os critérios de seleção proporcionaram ganhos significativos, sendo que a seleção com base na característica diâmetro da base ( $D_{base}$ ) apresentou maior ganho total.

## CONCLUSÕES GERAIS

A avaliação do desempenho silvicultural do angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan), quanto às características de crescimento e à sobrevivência, e a avaliação da variabilidade genética embora tenham sido realizadas em idade precoce, possibilitaram concluir que:

- As procedências e progênies de angico vermelho apresentaram altos índices de sobrevivência, o que leva a considerá-las aptas para plantio na região de Barbacena - MG;
- Quanto ao desempenho silvicultural, observa-se que houve diferenças significativas entre as médias das procedências para as características de crescimento. A procedência ASB (Santa Bárbara do Turgúrio) apresentou maiores médias para todas as características, enquanto que, as médias da procedência AFT (Barbacena), foram estatisticamente inferiores às demais. No entanto, considerando-se as médias das progênies dentro de procedências, essas diferenças não foram tão significativas, talvez devido à proximidade das matrizes selecionadas;
- A análise de variância revelou a existência de variação entre as progênies para todas as características, indicando a possibilidade de inclusão dessa população em programas de melhoramento genético;
- Os valores obtidos para os parâmetros estimados, indicam bom controle genético, permitindo recomendar a aplicação do processo seletivo nessa população;
- Os resultados indicam que a variabilidade genética está mais concentrada dentro das progênies, sendo assim pode-se sugerir maior eficiência da seleção dentro do que entre progênies. Entretanto, recomenda-se que experimentos em idades mais avançadas sejam avaliados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. V. de, et al. Determinação de parâmetros genéticos em uma população de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) através das características fisiológicas da semente. **Scientia Florestalis**. Piracicaba/SP. n.60, p. 89-97. 2001.

ALLARD, R. W. **Princípios do Melhoramento Genético das plantas**. São Paulo: Edgar Blücher. 1971. 381p.

ALMEIDA, D. S. de. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. Ilhéus: Editus. 2000. 130p.

ALMEIDA, A. E. A. de. **Avaliação direta e indireta de rendimento depurado e de produção de celulose em clones de eucalipto**. Viçosa: UFV. 2001. 51p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

BAWA, K.S.; PERRY, D.R.; BEACH, J.H. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I. Sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany**. 72:331-345. 1985.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV. 1999. 817p.

BORGES, R. de C. G.; BRUNE, A.; SILVA, J. C.; REGAZZI, A. J. . Estimativa de parâmetros genéticos em *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**. Viçosa/MG. v.4, n.2. p134-145. 1980.

BORGES, E. R. et al., **Evolução dos seres vivos**. Disponível em: <<http://www.biologia-ar.hpg.ig.com.br/index.html>> Acesso em: 01/10/2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações Silviculturais, Potencialidades e Uso de Madeira**. EMBRAPA - CNPF; Brasília, 1994. 639p.

CARVALHO, P. E. R. Resultados experimentais de espécies madeiras nativas no estado do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. **Anais...** Campos do Jordão/SP. vol.16, pt.2. p.747-765. 1982.

CATHARINO, E. L. **Árvore do mês: Angico**. Instituto de Botânica de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cotianet.com.br/jornalatuante/mat051.htm>> Acesso em: 10/10/2002.

CASTOLDI, F. L. **Comparação de métodos multivariados aplicados na seleção e milho**. Viçosa: UFV. 1997. 118p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa. 1997.

CRUZ, C. D. **Programa GENES - Versão Windows**. Editora: UFV. Viçosa - MG. Versão 2003. 642p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. vol.2. Editora: UFV. Viçosa - MG. 2003. 585p.

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

DIAS, I. S. **Variabilidade genética de diferentes tipos de populações naturais da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth)**. Piracicaba: ESALQ. 1988. 63p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas). 1988.

DIAS, L. A. dos S.; KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em espécies arbóreas e consequências para o melhoramento florestal. **Agrotropica**. Ilhéus/BA. v.3, n.3. p.119-127. 1991.

DRUMOND, M. A. Potencialidade das essências nativas do trópico semi-árido. In: Congresso nacional sobre essências nativas. **Anais...** São Paulo. v.16, pt.2. p.766-781. 1982.

ETTORI, L. de C. et al. Variabilidade genética em populações de ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. - para conservação "ex situ". **Rev. Inst. Flor**. São Paulo. v.8, n. 1. p. 61-70. 1996.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa - MG: UFV. 1987. 279p.

FAO Forestry Paper 77. 1986. **Databook on endangered tree and shrub species and provenances**. Roma: FAO. 1986. 524p.

FARIAS NETO, J. T. de F.; CASTRO, A. W. V. Variabilidade genética em progênies de meio-irmãos de taxi-branco. **Revista Árvore**. Viçosa/MG. v.22, n.3. p.389-394. 1998.

FURTADO, M. R. **Alternativas de seleção no delineamento I de Comstock e Robinson, em milho**. Viçosa: UFV. 1996. 94p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa. 1996.

GARRIDO, M. A. de O. et al. Pesquisa e experimentação com cinco espécies nativas. In: 6º Congresso Florestal Brasileiro. **Anais...** Campos do Jordão/SP. p.605-610. 1990.

GOMES, F. S. **Interação genótipo x ambiente e eficiência nutricional de clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake na bacia do Rio Jari - Pará**. Viçosa: UFV, 1996. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Sclidae na região de Agudos - SP**. Piracicaba: ESALQ. 1977. 83p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas). 1977.

KAGEYAMA, P. Y.; BALLONI, E. A.; JACOB, W. S. Teste de progênies de *Eucalyptus grandis*. Resultados preliminares. **Série Técnica IPEF**. Piracicaba/SP. v.6, n.19. p.43-49. 1978.

KAGEYAMA, P.Y.; DIAS. I. S. Aplicação da genética em espécies florestais nativas. In: Congresso nacional sobre essências nativas. São Paulo/SP. **Anais...** São Paulo. v.16, pt.2. p.782-791. 1982.

KAGEYAMA, P. Y. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. **Série Técnica IPEF**. Piracicaba/SP. v .8, n.25. p.1-43. 1992.

LINS, V. S. et al. Variações e ganhos genéticos em progênies de *Grevillea robusta* A. Cunn. **Floresta e ambiente**. Rio de Janeiro/RJ. v.8, n.1. Jan./Dez. p.180-186. 2001.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultura de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Plantarum. 1992. 368p.

LUZ, H. de F. **Comparação de progênies de populações naturais e raças locais de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake**. Piracicaba: ESALQ. 1997. 191p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas). 1997.

MAÊDA, J. M. **Avaliação de parâmetros genéticos e de critérios de seleção em *Virola surinamensis* Warb.** Viçosa: UFV, 2000. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

MARCATI, C. R. **Estudo da anatomia e das propriedades tecnológicas da madeira do angico vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth.)** Viçosa: UFV, 1992. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.

MARTINS, I. S.; MARTINS, R. de C. C.; CORREIA, H. de S. Comparação entre seleção combinada e seleção direta em *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de seleção. **Floresta e ambiente**. Rio de Janeiro/RJ. v.8, n.1. p.36-43. Jan./Dez. 2001.

MURO ABAD, J. I. **Método de Melhoramento assistido por marcadores moleculares, visando a obtenção de híbridos de *Eucalyptus* spp.** Viçosa: UFV, 2000. 76p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

OLIVEIRA, S. A. et al. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo 1 - Aspectos silviculturais. **Rev. Inst. Flor.** São Paulo. v.12, n.2, p.155-166. 2000.

PAMPLONA, E. S. B. **Variabilidade genética para características de crescimento em castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* H.B.K) no vale do Rio Jari, Pará.** Viçosa: UFV, 2000. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, 2000.

PAIVA, J. R. **Melhoramento genético de espécies agroindustriais na Amazônia - estratégias e novas abordagens**. Fortaleza: EMBRAPA; CNPAT. 1998. 135p.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. de H. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Brasília/DF. 1997. 543p.

PIGATO, S. M. P. C.; LOPES C. R. Avaliação da variabilidade genética em quatro gerações de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake por meio de marcador molecular RAPD. **Scientia Florestalis**. São Paulo. n. 60. p.119-133. 2001.

PIRES, I. E. **Eficiência da seleção combinada no melhoramento genético de *Eucalyptus* spp.** Viçosa: UFV, 1996. 116p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa. 1996.

PIRES, I. E. **Variabilidade genética em progênies de uma população de algaroba - *Prosopis juliflora* (SW) DC. - da região de Soledade - Paraíba**. Piracicaba: ESALQ. 1984. 94p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas). 1984.

RAMALHO, M.A.P. Emprego da seleção recorrente no melhoramento de essências florestais. In: Simpósio brasileiro de pesquisa florestal, 1, 1993. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SIF. p. 21-37. 1993.

RIBAS, L. A. **Variabilidade isoenzimática e sistema de cruzamento de *Parapiptadenia rigida* em pomar de sementes**. Viçosa: UFV, 1999. 89p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

RIBEIRO, C. N. **Barbacena: Geografia**. Disponível em:  
<<http://www.barbacenaonline.com.br>> Acesso em : 18/07/2003.

ROMANELLI, R. C. **Variabilidade genética para a produção de resina associada a características de crescimento em uma população de *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. na região de Itapetininga - SP**. Piracicaba: ESALQ. 1988. 101p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas). 1988.

SANTOS, G. A.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, M. L. Miniestaquia na propagação vegetativa da angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*). In: 2º SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 2, 2002. Viçosa, MG. **Anais...Viçosa/MG**. p.382-393. 2002. (CD room Abstract)

SANTOS, E. **Nossas madeiras**. Belo Horizonte: Itatiaia. 1987. 314p.

SEBBENN, A. M.; ETTORI, L. C. Conservação genética “ex situ” de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênies mistos. **Rev. Inst. Flor.**. São Paulo. v.13, n.2, p.201-211. 2001.

SIQUEIRA, A. C. M. De F. et al. Variação genética entre e dentro de populações de *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler para conservação “ex situ”. **Rev. Inst. Flor.**. São Paulo. v.12, n.2, p.89-103. 2000.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics a biometrical approach**. 2ªed. London: Mc Graw-Hill Book Company. 1980. 633p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**, Viçosa/MG. Versão 5.0. 1993.

VALE, A. T. do, **Estudo do comportamento das madeiras de angico vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth) e jacaré (*Piptadenia comunis* Benth), quanto à produção de carvão vegetal e de subprodutos da carbonização**. Viçosa: UFV, 1988. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, 1988.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., VIEGAS, G. P. (coord.) **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil. 2ª ed., p.137-214. 1987.

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

XAVIER, A. **Aplicação da análise multivariada da divergência genética no melhoramento de *Eucalyptus* spp**. Viçosa: UFV, 1996. 126p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa. 1996.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. **Wood production**. New York: Spring-Verlag. 1995. 337p.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. **Wood variation**. New York: Spring-Verlag. 1989. 363p.

ZOBEL, B. J.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: John Wiley & Sons. 1984. 505p.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

QUADRO 1A - Média das características  $H_{total}$ ,  $H_{fuste}$ ,  $H_{copa}$  e  $D_{base}$  em cada repetição, para as 34 progênies de meio-irmãos de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Bentham) Brenan), aos 10 meses de idade em Barbacena - MG

Rep.	Prog.	Plantas	$H_{total}$ (m)	$H_{fuste}$ (m)	$H_{copa}$ (m)	$D_{base}$ (cm)
1	1	1	1.05	0.80	0.25	1.30
1	1	2	1.20	0.83	0.37	1.70
1	1	3	1.03	0.76	0.27	1.30
1	1	4	1.13	0.77	0.36	1.50
1	1	5	1.21	0.87	0.34	1.70
1	2	1	0.87	0.69	0.18	1.10
1	2	2	0.30	0.27	0.03	0.30
1	2	3	0.87	0.62	0.25	1.00
1	2	4	1.01	0.47	0.54	1.10
1	2	5	0.72	0.48	0.24	0.90
1	3	1	0.84	0.59	0.25	1.10
1	3	2	0.64	0.43	0.21	0.80
1	3	3	0.67	0.50	0.17	0.70
1	3	4	0.77	0.66	0.11	0.80
1	3	5	1.01	0.72	0.29	1.40
1	4	1	0.37	0.10	0.27	0.80
1	4	2	0.99	0.60	0.39	1.00
1	4	3	1.21	0.75	0.46	1.80
1	4	4	1.27	0.87	0.40	1.30
1	4	5	1.13	0.87	0.26	1.00
1	5	1	0.71	0.50	0.21	1.30
1	5	2	0.80	0.70	0.10	1.00
1	5	3	0.90	0.70	0.20	1.20
1	5	4	0.81	0.53	0.28	1.10
1	5	5	1.02	0.85	0.17	1.10
1	6	1	0.91	0.65	0.26	1.10
1	6	2	0.70	0.50	0.20	0.90
1	6	3	0.70	0.51	0.19	0.90
1	6	4				
1	6	5	1.07	0.80	0.27	1.20
1	7	1	0.75	0.53	0.22	0.90
1	7	2	1.06	0.70	0.36	1.00
1	7	3	1.00	0.39	0.61	1.70
1	7	4	1.18	0.77	0.41	1.30
1	7	5				
1	8	1	0.63	0.49	0.14	1.00
1	8	2	0.74	0.53	0.21	0.90
1	8	3	1.02	0.77	0.25	1.20
1	8	4	0.82	0.60	0.22	0.80

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
1	8	5	0.96	0.75	0.21	1.20
1	9	1	0.76	0.58	0.18	1.10
1	9	2	0.20	0.08	0.12	0.60
1	9	3	0.81	0.52	0.29	1.20
1	9	4				
1	9	5				
1	10	1	0.62	0.41	0.21	0.70
1	10	2	0.50	0.29	0.21	0.70
1	10	3	0.59	0.39	0.20	0.50
1	10	4	0.81	0.66	0.15	0.90
1	10	5	0.33	0.12	0.21	0.70
1	11	1	1.26	0.83	0.43	1.90
1	11	2	1.04	0.76	0.28	1.10
1	11	3	1.26	0.90	0.36	2.20
1	11	4	1.34	1.05	0.29	1.60
1	11	5	1.09	0.69	0.40	1.80
1	12	1	0.74	0.41	0.33	0.90
1	12	2	0.75	0.45	0.30	1.10
1	12	3	1.16	0.69	0.47	1.40
1	12	4	0.64	0.47	0.17	0.80
1	12	5	0.90	0.69	0.21	1.30
1	13	1				
1	13	2	0.94	0.50	0.44	1.20
1	13	3	1.38	0.80	0.58	1.90
1	13	4	0.73	0.47	0.26	1.20
1	13	5	0.76	0.49	0.27	1.30
1	14	1	0.66	0.51	0.15	1.00
1	14	2	0.63	0.45	0.18	1.00
1	14	3	1.10	0.45	0.65	1.60
1	14	4	0.67	0.38	0.29	0.80
1	14	5	0.83	0.71	0.12	0.70
1	15	1				
1	15	2	0.63	0.30	0.33	0.60
1	15	3				
1	15	4	0.80	0.51	0.29	1.10
1	15	5	0.61	0.55	0.06	0.60
1	16	1	1.12	0.77	0.35	1.20
1	16	2	0.92	0.57	0.35	1.10
1	16	3	1.34	0.96	0.38	1.50
1	16	4	0.96	0.71	0.25	1.80
1	16	5	0.75	0.56	0.19	1.10
1	17	1	1.00	0.63	0.37	1.30
1	17	2	0.70	0.52	0.18	0.70
1	17	3				
1	17	4	0.61	0.45	0.16	0.60

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
1	17	5				
1	18	1	0.82	0.65	0.17	0.90
1	18	2	1.15	0.57	0.58	1.20
1	18	3	0.71	0.49	0.22	1.10
1	18	4	0.92	0.70	0.22	1.10
1	18	5	0.91	0.52	0.39	1.10
1	19	1	1.15	0.94	0.21	1.40
1	19	2				
1	19	3	0.80	0.44	0.36	1.00
1	19	4	0.85	0.51	0.34	1.00
1	19	5	0.76	0.55	0.21	1.00
1	20	1	0.49	0.34	0.15	0.70
1	20	2	0.50	0.28	0.22	0.70
1	20	3	0.59	0.33	0.26	0.70
1	20	4				
1	20	5	0.90	0.55	0.35	1.40
1	21	1				
1	21	2				
1	21	3	0.96	0.70	0.26	1.00
1	21	4	1.25	0.94	0.31	1.40
1	21	5	0.65	0.27	0.38	0.70
1	22	1	0.87	0.69	0.18	0.90
1	22	2	1.36	1.02	0.34	1.60
1	22	3	1.01	0.84	0.17	1.20
1	22	4	0.95	0.76	0.19	1.10
1	22	5	0.95	0.50	0.45	1.20
1	23	1	0.59	0.47	0.12	0.60
1	23	2	0.65	0.60	0.05	0.60
1	23	3	0.77	0.52	0.25	1.20
1	23	4	0.57	0.45	0.12	0.80
1	23	5	0.86	0.69	0.17	0.80
1	24	1	0.56	0.37	0.19	1.10
1	24	2	0.95	0.69	0.26	1.20
1	24	3				
1	24	4	1.16	0.79	0.37	1.50
1	24	5	1.03	0.65	0.38	1.20
1	25	1	0.43	0.28	0.15	0.60
1	25	2	0.47	0.34	0.13	0.70
1	25	3	0.67	0.46	0.21	0.70
1	25	4	0.46	0.22	0.24	0.60
1	25	5	0.48	0.42	0.06	0.70
1	26	1	0.85	0.58	0.27	1.30
1	26	2	0.30	0.10	0.20	0.30
1	26	3	0.90	0.45	0.45	0.80
1	26	4				

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
1	26	5				
1	27	1	0.86	0.31	0.55	0.70
1	27	2	1.41	0.55	0.86	1.50
1	27	3	1.44	0.76	0.68	1.80
1	27	4	1.40	0.60	0.80	1.50
1	27	5	1.32	0.64	0.68	1.80
1	28	1	0.83	0.48	0.35	0.90
1	28	2	0.95	0.52	0.43	1.20
1	28	3	1.01	0.72	0.29	0.90
1	28	4	0.82	0.50	0.32	0.70
1	28	5	0.85	0.51	0.34	1.50
1	29	1	1.50	0.76	0.74	2.00
1	29	2	1.26	0.76	0.50	1.70
1	29	3	1.13	0.66	0.47	1.60
1	29	4	0.93	0.51	0.42	1.30
1	29	5	0.84	0.48	0.36	1.20
1	30	1	1.16	0.76	0.40	1.70
1	30	2	0.99	0.65	0.34	1.00
1	30	3	1.21	0.72	0.49	1.70
1	30	4	1.15	0.76	0.39	2.00
1	30	5	1.15	0.77	0.38	1.50
1	31	1	0.94	0.62	0.32	1.00
1	31	2	1.15	0.60	0.55	1.60
1	31	3				
1	31	4	0.81	0.51	0.30	1.20
1	31	5	1.10	0.72	0.38	1.40
1	32	1	0.46	0.06	0.40	0.40
1	32	2	0.92	0.66	0.26	0.80
1	32	3				
1	32	4	0.85	0.60	0.25	0.60
1	32	5				
1	33	1	0.95	0.46	0.49	0.90
1	33	2	1.15	0.46	0.69	1.10
1	33	3	0.61	0.35	0.26	0.70
1	33	4				
1	33	5	1.16	0.52	0.64	1.40
1	34	1	0.97	0.44	0.53	1.00
1	34	2	0.63	0.40	0.23	0.60
1	34	3	0.96	0.42	0.54	1.40
1	34	4	0.90	0.54	0.36	1.00
1	34	5	1.05	0.63	0.42	1.50
2	1	1	0.80	0.50	0.30	0.90
2	1	2	0.79	0.55	0.24	0.80
2	1	3	1.26	0.83	0.43	1.70
2	1	4	1.45	1.20	0.25	1.50

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
2	1	5	0.96	0.60	0.36	0.90
2	2	1	0.93	0.62	0.31	1.00
2	2	2	0.90	0.44	0.46	1.40
2	2	3	0.80	0.42	0.38	1.00
2	2	4	0.80	0.52	0.28	0.90
2	2	5	0.86	0.56	0.30	1.10
2	3	1				
2	3	2	0.62	0.39	0.23	0.60
2	3	3	1.05	0.64	0.41	1.50
2	3	4	0.60	0.50	0.10	0.60
2	3	5	0.60	0.50	0.10	1.00
2	4	1	0.85	0.48	0.37	1.50
2	4	2	1.20	0.66	0.54	1.50
2	4	3	1.14	0.71	0.43	1.40
2	4	4	0.98	0.43	0.55	1.40
2	4	5	0.66	0.14	0.52	0.50
2	5	1				
2	5	2	0.71	0.59	0.12	0.70
2	5	3				
2	5	4	0.70	0.49	0.21	0.60
2	5	5				
2	6	1	1.39	0.94	0.45	1.60
2	6	2	0.91	0.56	0.35	1.10
2	6	3	0.96	0.48	0.48	1.10
2	6	4	0.81	0.50	0.31	1.00
2	6	5	1.05	0.51	0.54	1.10
2	7	1				
2	7	2	0.95	0.39	0.56	1.00
2	7	3	0.70	0.42	0.28	0.60
2	7	4	0.85	0.43	0.42	0.90
2	7	5				
2	8	1	1.02	0.86	0.16	1.40
2	8	2				
2	8	3	1.03	0.74	0.29	1.10
2	8	4	1.00	0.60	0.40	1.10
2	8	5	0.66	0.44	0.22	0.60
2	9	1	0.70	0.45	0.25	0.70
2	9	2	0.43	0.33	0.10	0.80
2	9	3				
2	9	4	0.55	0.43	0.12	0.60
2	9	5	0.63	0.44	0.19	0.70
2	10	1	0.80	0.40	0.40	1.40
2	10	2	0.89	0.65	0.24	1.10
2	10	3	1.48	1.22	0.26	1.60
2	10	4	0.91	0.62	0.29	1.10

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
2	10	5	0.86	0.60	0.26	1.30
2	11	1	1.20	0.73	0.47	1.20
2	11	2	0.81	0.59	0.22	1.00
2	11	3	0.91	0.55	0.36	1.00
2	11	4	1.31	0.86	0.45	1.50
2	11	5				
2	12	1	1.01	0.54	0.47	1.20
2	12	2	0.75	0.50	0.25	1.10
2	12	3	0.62	0.35	0.27	1.20
2	12	4	0.42	0.23	0.19	0.90
2	12	5				
2	13	1	1.09	0.72	0.37	1.30
2	13	2	0.75	0.30	0.45	1.10
2	13	3				
2	13	4	0.89	0.44	0.45	1.20
2	13	5				
2	14	1	0.51	0.18	0.33	0.70
2	14	2	0.72	0.41	0.31	0.80
2	14	3	0.90	0.34	0.56	0.80
2	14	4	1.10	0.66	0.44	1.80
2	14	5	0.65	0.35	0.30	0.90
2	15	1				
2	15	2	0.76	0.31	0.45	0.80
2	15	3	0.66	0.29	0.37	0.80
2	15	4	0.89	0.42	0.47	0.90
2	15	5	0.77	0.39	0.38	0.80
2	16	1	0.80	0.52	0.28	0.90
2	16	2	1.10	0.82	0.28	1.40
2	16	3	0.89	0.50	0.39	1.10
2	16	4	1.00	0.51	0.49	1.60
2	16	5	1.02	0.61	0.41	0.90
2	17	1	0.46	0.10	0.36	0.50
2	17	2				
2	17	3				
2	17	4	0.96	0.71	0.25	0.90
2	17	5	0.84	0.66	0.18	0.60
2	18	1	0.95	0.65	0.30	1.00
2	18	2	0.70	0.53	0.17	0.90
2	18	3	1.05	0.55	0.50	1.10
2	18	4	0.72	0.45	0.27	0.80
2	18	5	0.65	0.46	0.19	1.10
2	19	1	0.66	0.60	0.06	1.40
2	19	2	1.20	0.67	0.53	1.80
2	19	3	1.43	0.80	0.63	1.60
2	19	4				

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
2	19	5	1.15	0.80	0.35	1.60
2	20	1	1.00	0.62	0.38	1.00
2	20	2	0.64	0.46	0.18	0.70
2	20	3	0.71	0.43	0.28	1.00
2	20	4	0.81	0.55	0.26	0.80
2	20	5				
2	21	1	1.30	0.75	0.55	1.70
2	21	2				
2	21	3	1.05	0.72	0.33	1.20
2	21	4	1.61	1.10	0.51	2.00
2	21	5				
2	22	1	1.06	0.51	0.55	1.60
2	22	2	0.56	0.40	0.16	0.80
2	22	3	1.12	0.50	0.62	1.30
2	22	4	0.84	0.43	0.41	1.60
2	22	5	0.77	0.47	0.30	1.40
2	23	1	0.73	0.45	0.28	0.70
2	23	2				
2	23	3	0.50	0.30	0.20	0.50
2	23	4	0.92	0.44	0.48	1.10
2	23	5	0.75	0.47	0.28	1.00
2	24	1	1.20	0.71	0.49	1.40
2	24	2	1.33	0.78	0.55	1.80
2	24	3	0.68	0.43	0.25	0.70
2	24	4	0.49	0.32	0.17	0.60
2	24	5	1.14	0.71	0.43	1.20
2	25	1	0.76	0.37	0.39	0.80
2	25	2	0.71	0.46	0.25	0.90
2	25	3	0.70	0.42	0.28	0.60
2	25	4	0.43	0.24	0.19	0.50
2	25	5	0.55	0.24	0.31	0.50
2	26	1				
2	26	2				
2	26	3	1.11	0.51	0.60	1.50
2	26	4	0.67	0.29	0.38	1.00
2	26	5	0.61	0.59	0.02	1.20
2	27	1	0.95	0.55	0.40	1.10
2	27	2	1.07	0.37	0.70	1.20
2	27	3	0.63	0.28	0.35	0.70
2	27	4				
2	27	5	0.92	0.61	0.31	1.00
2	28	1	0.70	0.16	0.54	0.90
2	28	2				
2	28	3	0.90	0.43	0.47	1.40
2	28	4	0.76	0.40	0.36	1.30

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
2	28	5	1.05	0.70	0.35	1.50
2	29	1	1.04	0.56	0.48	1.10
2	29	2	1.28	0.60	0.68	1.20
2	29	3	1.33	0.78	0.55	2.10
2	29	4	1.35	0.60	0.75	1.30
2	29	5	1.77	0.80	0.97	2.70
2	30	1	1.00	0.60	0.40	1.10
2	30	2	0.86	0.56	0.30	1.20
2	30	3	1.02	0.53	0.49	1.30
2	30	4	0.92	0.63	0.29	1.20
2	30	5	0.76	0.58	0.18	0.90
2	31	1	1.29	0.71	0.58	1.20
2	31	2	1.27	0.71	0.56	1.60
2	31	3	0.96	0.73	0.23	1.20
2	31	4	1.19	0.83	0.36	1.70
2	31	5	1.00	0.62	0.38	1.00
2	32	1	1.07	0.40	0.67	1.50
2	32	2	0.70	0.44	0.26	0.60
2	32	3	0.75	0.36	0.39	0.80
2	32	4				
2	32	5	0.60	0.30	0.30	0.50
2	33	1	1.11	0.45	0.66	1.60
2	33	2	1.17	0.75	0.42	1.30
2	33	3	1.51	0.60	0.91	1.90
2	33	4	0.83	0.47	0.36	1.30
2	33	5	0.99	0.51	0.48	1.40
2	34	1	1.10	0.56	0.54	1.70
2	34	2	0.63	0.55	0.08	0.60
2	34	3	0.87	0.77	0.10	1.00
2	34	4				
2	34	5	1.05	0.60	0.45	0.80
3	1	1	1.34	0.86	0.48	1.60
3	1	2	1.10	0.62	0.48	1.40
3	1	3	1.11	0.68	0.43	1.40
3	1	4	1.12	0.69	0.43	1.10
3	1	5	1.25	0.78	0.47	1.30
3	2	1	0.63	0.36	0.27	0.70
3	2	2	0.71	0.44	0.27	0.60
3	2	3	0.48	0.22	0.26	0.70
3	2	4	0.82	0.48	0.34	0.90
3	2	5	0.76	0.30	0.46	0.80
3	3	1	0.76	0.48	0.28	0.90
3	3	2	0.86	0.39	0.47	1.10
3	3	3	0.62	0.17	0.45	0.50
3	3	4	1.19	0.76	0.43	1.40

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
3	3	5	0.71	0.44	0.27	0.80
3	4	1	1.05	0.75	0.30	1.10
3	4	2	0.66	0.42	0.24	0.80
3	4	3	1.04	0.62	0.42	1.40
3	4	4	1.20	0.90	0.30	1.10
3	4	5	1.48	0.55	0.93	1.90
3	5	1	0.95	0.42	0.53	1.10
3	5	2	0.46	0.23	0.23	0.40
3	5	3	1.05	0.62	0.43	1.20
3	5	4				
3	5	5	0.79	0.46	0.33	0.70
3	6	1	0.66	0.50	0.16	0.80
3	6	2				
3	6	3	0.90	0.61	0.29	1.00
3	6	4	0.41	0.30	0.11	0.50
3	6	5	0.68	0.49	0.19	0.70
3	7	1	0.71	0.60	0.11	0.80
3	7	2				
3	7	3	0.91	0.59	0.32	0.90
3	7	4	0.81	0.62	0.19	0.90
3	7	5	0.66	0.30	0.36	0.60
3	8	1	1.05	0.64	0.41	1.40
3	8	2	0.91	0.46	0.45	1.40
3	8	3	0.56	0.25	0.31	0.50
3	8	4	0.53	0.25	0.28	1.00
3	8	5	0.94	0.68	0.26	1.00
3	9	1	0.60	0.39	0.21	0.80
3	9	2	0.77	0.45	0.32	1.10
3	9	3	0.40	0.32	0.08	0.70
3	9	4	0.44	0.17	0.27	0.60
3	9	5	0.55	0.32	0.23	0.40
3	10	1	0.65	0.54	0.11	0.70
3	10	2	0.65	0.41	0.24	0.90
3	10	3	0.75	0.29	0.46	0.90
3	10	4	0.75	0.53	0.22	0.60
3	10	5	0.75	0.43	0.32	0.60
3	11	1	1.28	0.83	0.45	1.80
3	11	2				
3	11	3	1.03	0.41	0.62	1.20
3	11	4	1.10	0.82	0.28	1.50
3	11	5	1.40	0.83	0.57	2.00
3	12	1	0.65	0.53	0.12	1.00
3	12	2	0.79	0.52	0.27	0.80
3	12	3	0.39	0.24	0.15	0.50
3	12	4	0.74	0.36	0.38	1.00

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
3	12	5	1.04	0.53	0.51	1.40
3	13	1	1.11	0.77	0.34	1.50
3	13	2	1.00	0.87	0.13	1.00
3	13	3	0.90	0.65	0.25	1.00
3	13	4	0.93	0.53	0.40	1.00
3	13	5	0.76	0.55	0.21	1.00
3	14	1	0.79	0.49	0.30	0.90
3	14	2	0.63	0.38	0.25	0.70
3	14	3	1.25	0.72	0.53	1.50
3	14	4	0.77	0.45	0.32	1.50
3	14	5	0.96	0.72	0.24	1.10
3	15	1	0.51	0.28	0.23	0.40
3	15	2	0.45	0.31	0.14	0.40
3	15	3	0.55	0.28	0.27	0.50
3	15	4	0.46	0.29	0.17	0.40
3	15	5	0.86	0.49	0.37	1.20
3	16	1	0.82	0.47	0.35	1.20
3	16	2	0.76	0.48	0.28	1.00
3	16	3	1.05	0.41	0.64	1.30
3	16	4				
3	16	5	0.74	0.52	0.22	1.00
3	17	1	0.79	0.55	0.24	0.90
3	17	2	0.78	0.47	0.31	0.80
3	17	3				
3	17	4	0.55	0.44	0.11	0.60
3	17	5	0.55	0.46	0.09	0.60
3	18	1	0.70	0.37	0.33	0.90
3	18	2	0.80	0.60	0.20	1.00
3	18	3	0.81	0.50	0.31	1.20
3	18	4	0.42	0.23	0.19	0.40
3	18	5	0.92	0.57	0.35	1.00
3	19	1	0.80	0.39	0.41	0.60
3	19	2	1.20	0.66	0.54	1.20
3	19	3	1.21	0.70	0.51	1.30
3	19	4	1.00	0.54	0.46	1.70
3	19	5	1.20	0.55	0.65	1.80
3	20	1	0.70	0.47	0.23	0.70
3	20	2				
3	20	3				
3	20	4				
3	20	5				
3	21	1	1.34	0.93	0.41	1.80
3	21	2	1.24	0.88	0.36	1.20
3	21	3				
3	21	4	1.90	0.80	1.10	0.90

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
3	21	5	1.10	0.63	0.47	1.10
3	22	1	0.80	0.54	0.26	0.80
3	22	2	0.51	0.36	0.15	0.60
3	22	3	1.15	0.28	0.87	1.60
3	22	4	0.80	0.25	0.55	1.20
3	22	5	1.08	0.71	0.37	1.10
3	23	1	0.75	0.61	0.14	0.60
3	23	2				
3	23	3				
3	23	4	0.73	0.65	0.08	0.40
3	23	5	0.45	0.36	0.09	0.40
3	24	1	1.10	0.85	0.25	1.00
3	24	2	1.21	0.70	0.51	1.10
3	24	3				
3	24	4				
3	24	5				
3	25	1	0.40	0.30	0.10	0.50
3	25	2				
3	25	3	0.79	0.65	0.14	0.60
3	25	4	0.60	0.31	0.29	0.80
3	25	5	0.65	0.49	0.16	0.60
3	26	1	0.47	0.26	0.21	0.70
3	26	2	0.62	0.13	0.49	0.60
3	26	3	1.08	0.66	0.42	1.20
3	26	4	0.98	0.42	0.56	1.40
3	26	5	0.71	0.43	0.28	1.10
3	27	1	1.32	0.75	0.57	1.30
3	27	2	1.23	0.45	0.78	1.90
3	27	3	1.11	0.72	0.39	1.50
3	27	4	1.25	0.69	0.56	1.50
3	27	5	0.89	0.50	0.39	0.70
3	28	1	0.46	0.13	0.33	0.90
3	28	2	0.90	0.77	0.13	0.90
3	28	3				
3	28	4	1.12	0.81	0.31	1.50
3	28	5				
3	29	1	0.64	0.37	0.27	1.00
3	29	2	1.17	0.79	0.38	1.30
3	29	3	1.14	0.54	0.60	1.50
3	29	4	1.10	0.65	0.45	1.30
3	29	5				
3	30	1	0.86	0.49	0.37	1.10
3	30	2	0.85	0.50	0.35	1.10
3	30	3	0.65	0.52	0.13	0.90
3	30	4	0.76	0.34	0.42	0.90

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog..	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
3	30	5	0.72	0.38	0.34	1.20
3	31	1				
3	31	2	0.94	0.75	0.19	1.10
3	31	3	0.55	0.12	0.43	1.10
3	31	4	1.24	0.52	0.72	1.70
3	31	5	1.05	0.42	0.63	1.60
3	32	1				
3	32	2	0.78	0.53	0.25	0.80
3	32	3	0.83	0.39	0.44	0.70
3	32	4	1.06	0.76	0.30	1.30
3	32	5	0.90	0.66	0.24	1.00
3	33	1	0.51	0.19	0.32	0.60
3	33	2	0.98	0.77	0.21	0.80
3	33	3	0.99	0.58	0.41	1.10
3	33	4	1.11	0.56	0.55	1.40
3	33	5	0.86	0.29	0.57	1.10
3	34	1	0.66	0.14	0.52	0.60
3	34	2	1.04	0.51	0.53	1.10
3	34	3	0.34	0.18	0.16	0.40
3	34	4	0.64	0.36	0.28	0.70
3	34	5	0.79	0.46	0.33	0.60
4	1	1	1.29	1.04	0.25	1.50
4	1	2	1.15	0.85	0.30	1.10
4	1	3	1.02	0.75	0.27	1.00
4	1	4	0.96	0.70	0.26	1.50
4	1	5	0.84	0.25	0.59	1.50
4	2	1	0.66	0.40	0.26	0.90
4	2	2	0.76	0.57	0.19	0.80
4	2	3	0.94	0.69	0.25	0.80
4	2	4	0.95	0.77	0.18	1.00
4	2	5	1.03	0.57	0.46	1.10
4	3	1	0.62	0.43	0.19	0.80
4	3	2	0.83	0.63	0.20	1.20
4	3	3	1.01	0.77	0.24	1.20
4	3	4	0.74	0.20	0.54	1.10
4	3	5	0.97	0.64	0.33	0.80
4	4	1	0.90	0.57	0.33	1.30
4	4	2	0.81	0.74	0.07	1.70
4	4	3	1.25	0.71	0.54	1.90
4	4	4	1.38	0.77	0.61	1.90
4	4	5	1.10	0.85	0.25	1.10
4	5	1	1.20	0.60	0.60	1.30
4	5	2	1.00	0.55	0.45	1.30
4	5	3	0.59	0.21	0.38	0.50
4	5	4	1.05	0.85	0.20	1.10

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
4	5	5	1.01	0.63	0.38	1.10
4	6	1	0.90	0.65	0.25	1.40
4	6	2	0.85	0.60	0.25	0.90
4	6	3	1.00	0.73	0.27	1.30
4	6	4	0.98	0.75	0.23	1.40
4	6	5	1.29	0.95	0.34	1.70
4	7	1	0.97	0.75	0.22	1.10
4	7	2	0.97	0.70	0.27	1.30
4	7	3	0.72	0.49	0.23	0.80
4	7	4	0.72	0.54	0.18	0.90
4	7	5	0.85	0.12	0.73	1.00
4	8	1	1.15	0.70	0.45	2.10
4	8	2	0.86	0.58	0.28	1.20
4	8	3	1.00	0.75	0.25	1.10
4	8	4	0.75	0.38	0.37	1.30
4	8	5	0.84	0.43	0.41	1.40
4	9	1	0.65	0.32	0.33	1.00
4	9	2				
4	9	3	0.57	0.26	0.31	0.60
4	9	4	0.64	0.30	0.34	0.80
4	9	5	0.85	0.42	0.43	1.10
4	10	1	0.49	0.40	0.09	0.60
4	10	2	0.84	0.64	0.20	0.60
4	10	3	0.77	0.51	0.26	0.90
4	10	4				
4	10	5	0.97	0.69	0.28	1.50
4	11	1	0.99	0.79	0.20	0.90
4	11	2	0.80	0.52	0.28	1.30
4	11	3	1.10	0.90	0.20	1.30
4	11	4	0.94	0.73	0.21	1.20
4	11	5	0.99	0.72	0.27	1.10
4	12	1	0.67	0.44	0.23	0.70
4	12	2	0.81	0.64	0.17	0.70
4	13	1	0.99	0.50	0.49	1.40
4	13	2	1.17	0.83	0.34	1.40
4	12	3	0.60	0.20	0.40	0.70
4	12	4	1.10	0.39	0.71	1.40
4	12	5	1.07	0.47	0.60	1.30
4	13	3	1.09	0.72	0.37	1.60
4	13	4	0.98	0.70	0.28	1.50
4	13	5	1.05	0.81	0.24	1.40
4	14	1	0.99	0.70	0.29	1.50
4	14	2	1.05	0.65	0.40	1.30
4	14	3	1.35	0.65	0.70	1.90
4	14	4	1.25	0.60	0.65	2.00

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
4	14	5	1.45	0.75	0.70	2.00
4	15	1	0.70	0.49	0.21	0.80
4	15	2	0.60	0.43	0.17	0.80
4	15	3	0.63	0.39	0.24	0.80
4	15	4	0.81	0.47	0.34	0.90
4	15	5	0.74	0.52	0.22	0.80
4	16	1	1.05	0.72	0.33	1.30
4	16	2	0.41	0.11	0.30	1.00
4	16	3	0.76	0.25	0.51	1.30
4	16	4	0.73	0.51	0.22	1.10
4	16	5	0.94	0.50	0.44	1.00
4	17	1	1.16	0.71	0.45	1.10
4	17	2	0.72	0.54	0.18	0.50
4	17	3	1.06	0.68	0.38	1.30
4	17	4	0.70	0.49	0.21	0.60
4	17	5	0.67	0.50	0.17	0.60
4	18	1				
4	18	2	1.30	0.84	0.46	1.40
4	18	3	0.79	0.56	0.23	1.40
4	18	4	1.04	0.55	0.49	1.40
4	18	5	0.71	0.44	0.27	1.20
4	19	1	0.85	0.52	0.33	1.10
4	19	2	0.75	0.55	0.20	1.40
4	19	3	1.00	0.67	0.33	1.30
4	19	4				
4	19	5	0.86	0.59	0.27	1.20
4	20	1	0.90	0.37	0.53	1.30
4	20	2	0.40	0.17	0.23	0.30
4	20	3	0.87	0.52	0.35	1.00
4	20	4				
4	20	5	0.55	0.14	0.41	0.40
4	21	1	1.03	0.70	0.33	1.10
4	21	2	1.24	0.95	0.29	1.10
4	21	3	1.33	0.88	0.45	1.40
4	21	4	1.15	0.95	0.20	1.30
4	21	5	1.12	0.86	0.26	1.10
4	22	1	1.29	0.72	0.57	1.70
4	22	2	0.91	0.62	0.29	0.80
4	22	3				
4	22	4	1.12	0.85	0.27	1.60
4	22	5	0.81	0.15	0.66	1.10
4	23	1	1.10	0.45	0.65	1.50
4	23	2	0.65	0.43	0.22	0.70
4	23	3	1.23	0.70	0.53	1.10
4	23	4	0.53	0.46	0.07	0.60

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
4	23	5	1.05	0.45	0.60	1.30
4	24	1	1.15	0.75	0.40	1.20
4	24	2	0.80	0.24	0.56	1.00
4	24	3	1.11	0.75	0.36	1.00
4	24	4	1.27	1.03	0.24	1.00
4	24	5	0.96	0.74	0.22	0.80
4	25	1	0.59	0.32	0.27	0.70
4	25	2	0.70	0.36	0.34	0.80
4	25	3	0.55	0.42	0.13	0.50
4	25	4	0.50	0.34	0.16	0.60
4	25	5	0.65	0.31	0.34	0.80
4	26	1	0.82	0.66	0.16	1.20
4	26	2	0.87	0.55	0.32	1.20
4	26	3				
4	26	4	0.89	0.42	0.47	0.90
4	26	5	0.60	0.34	0.26	1.10
4	27	1	1.49	1.00	0.49	2.30
4	27	2	1.15	0.80	0.35	1.70
4	27	3	0.94	0.62	0.32	1.20
4	27	4	0.92	0.61	0.31	1.40
4	27	5	1.20	0.52	0.68	1.80
4	28	1	0.91	0.57	0.34	1.30
4	28	2	1.12	0.65	0.47	1.40
4	28	3	0.83	0.45	0.38	0.80
4	28	4	0.77	0.50	0.27	0.80
4	28	5	0.95	0.63	0.32	1.10
4	29	1	0.87	0.60	0.27	1.00
4	29	2	0.73	0.35	0.38	0.90
4	29	3	1.05	0.55	0.50	1.40
4	29	4	1.03	0.57	0.46	0.90
4	29	5	0.84	0.75	0.09	0.80
4	30	1	1.04	0.50	0.54	1.40
4	30	2				
4	30	3	0.91	0.51	0.40	1.20
4	30	4	1.06	0.71	0.35	1.10
4	30	5	0.59	0.32	0.27	0.70
4	31	1	1.50	0.97	0.53	2.00
4	31	2	1.03	0.76	0.27	1.20
4	31	3	1.19	0.96	0.23	1.20
4	31	4	1.21	0.98	0.23	1.10
4	31	5				
4	32	1	0.80	0.39	0.41	1.40
4	32	2	0.65	0.10	0.55	0.80
4	32	3				
4	32	4				

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
4	32	5	0.59	0.53	0.06	0.60
4	33	1	0.91	0.69	0.22	1.00
4	33	2	0.80	0.52	0.28	0.70
4	33	3	1.52	1.14	0.38	1.90
4	33	4	1.25	0.97	0.28	1.80
4	33	5	1.00	0.34	0.66	1.50
4	34	1	0.72	0.60	0.12	0.80
4	34	2	1.29	0.68	0.61	1.90
4	34	3	1.35	0.72	0.63	2.10
4	34	4	0.93	0.68	0.25	0.90
4	34	5	1.23	0.84	0.39	1.40
5	1	1	0.89	0.64	0.25	1.10
5	1	2	0.96	0.73	0.23	1.00
5	1	3	1.20	0.59	0.61	1.90
5	1	4	1.34	0.93	0.41	1.60
5	1	5	1.15	0.72	0.43	0.90
5	2	1	0.95	0.53	0.42	1.30
5	2	2	1.21	0.54	0.67	1.40
5	2	3	1.35	0.57	0.78	1.90
5	2	4	1.20	0.54	0.66	1.60
5	2	5	0.90	0.67	0.23	1.50
5	3	1	0.65	0.30	0.35	1.20
5	3	2	1.15	0.80	0.35	0.90
5	3	3	0.65	0.41	0.24	0.80
5	3	4	0.70	0.65	0.05	0.70
5	3	5	0.55	0.42	0.13	0.40
5	4	1	1.41	0.67	0.74	2.10
5	4	2	1.21	0.76	0.45	1.50
5	4	3	1.60	0.95	0.65	2.20
5	4	4	1.04	0.50	0.54	1.60
5	4	5	1.10	0.77	0.33	1.30
5	5	1				
5	5	2	0.60	0.12	0.48	0.40
5	5	3	0.59	0.42	0.17	0.70
5	5	4	0.55	0.34	0.21	1.20
5	5	5	0.93	0.60	0.33	1.20
5	6	1	1.15	0.76	0.39	1.20
5	6	2	0.60	0.47	0.13	0.90
5	6	3	1.09	0.84	0.25	1.50
5	6	4	1.11	0.78	0.33	1.60
5	6	5	1.11	0.78	0.33	1.30
5	7	1	0.91	0.67	0.24	1.00
5	7	2	0.90	0.63	0.27	1.60
5	7	3	1.16	0.77	0.39	1.40
5	7	4	0.98	0.61	0.37	1.00

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
5	7	5	1.12	0.60	0.52	1.50
5	8	1	0.96	0.47	0.49	0.90
5	8	2	0.99	0.48	0.51	1.60
5	8	3	1.34	0.63	0.71	1.20
5	8	4	1.06	0.47	0.59	1.80
5	8	5	0.80	0.37	0.43	1.40
5	9	1	0.90	0.67	0.23	1.20
5	9	2	0.74	0.49	0.25	1.10
5	9	3	0.36	0.08	0.28	0.40
5	9	4				
5	9	5	0.60	0.28	0.32	0.60
5	10	1	1.03	0.72	0.31	1.60
5	10	2	0.86	0.57	0.29	1.00
5	10	3	0.67	0.44	0.23	1.10
5	10	4	0.61	0.38	0.23	1.00
5	10	5	0.87	0.37	0.50	1.40
5	11	1	0.86	0.53	0.33	1.00
5	11	2	0.97	0.56	0.41	1.10
5	11	3	1.12	0.45	0.67	2.40
5	11	4	0.95	0.58	0.37	1.30
5	11	5	1.29	0.78	0.51	1.60
5	12	1	0.85	0.25	0.60	1.00
5	12	2	0.85	0.33	0.52	1.20
5	12	3	0.95	0.58	0.37	1.40
5	12	4	0.47	0.37	0.10	0.80
5	12	5	1.13	0.55	0.58	1.10
5	13	1	1.03	0.55	0.48	1.60
5	13	2	0.76	0.37	0.39	1.40
5	13	3	1.22	0.58	0.64	1.60
5	13	4	0.90	0.48	0.42	1.80
5	13	5	0.80	0.47	0.33	1.40
5	14	1	1.31	0.66	0.65	1.50
5	14	2	0.85	0.57	0.28	1.00
5	14	3	0.66	0.53	0.13	0.90
5	14	4	1.25	0.54	0.71	1.50
5	14	5	1.04	0.54	0.50	1.40
5	15	1	0.80	0.31	0.49	1.30
5	15	2	0.91	0.50	0.41	1.50
5	15	3	0.59	0.43	0.16	1.20
5	15	4	0.75	0.25	0.50	0.80
5	15	5	0.86	0.36	0.50	1.40
5	16	1	0.91	0.40	0.51	0.80
5	16	2	1.05	0.47	0.58	2.00
5	16	3	0.97	0.66	0.31	1.00
5	16	4	1.09	0.71	0.38	1.20

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
5	16	5	1.22	0.82	0.40	1.90
5	17	1	0.92	0.50	0.42	0.90
5	17	2	0.91	0.73	0.18	1.00
5	17	3	0.67	0.48	0.19	0.80
5	17	4	0.97	0.34	0.63	0.90
5	17	5	0.69	0.20	0.49	0.50
5	18	1	1.04	0.57	0.47	1.50
5	18	2	0.72	0.34	0.38	1.00
5	18	3	0.86	0.56	0.30	1.10
5	18	4	1.00	0.59	0.41	1.10
5	18	5	1.35	0.51	0.84	1.60
5	19	1	1.20	0.72	0.48	1.80
5	19	2	0.85	0.62	0.23	1.10
5	19	3	0.89	0.72	0.17	1.00
5	19	4	0.90	0.58	0.32	1.00
5	19	5	0.84	0.38	0.46	0.90
5	20	1	0.69	0.28	0.41	0.90
5	20	2	0.80	0.40	0.40	0.90
5	20	3	0.66	0.42	0.24	0.60
5	20	4	0.61	0.39	0.22	0.70
5	20	5	0.67	0.46	0.21	0.80
5	21	1	0.90	0.42	0.48	1.40
5	21	2	1.15	0.52	0.63	1.80
5	21	3	1.30	0.58	0.72	1.90
5	21	4	1.35	0.84	0.51	1.90
5	21	5	1.54	1.00	0.54	1.90
5	22	1	1.40	0.80	0.60	1.30
5	22	2	1.01	0.49	0.52	0.80
5	22	3	1.01	0.55	0.46	1.10
5	22	4	1.12	0.59	0.53	1.60
5	22	5	1.02	0.37	0.65	1.60
5	23	1				
5	23	2	0.82	0.43	0.39	1.00
5	23	3	0.61	0.30	0.31	0.60
5	23	4	0.67	0.38	0.29	0.80
5	23	5	0.85	0.61	0.24	0.70
5	24	1	0.67	0.49	0.18	0.50
5	24	2	0.66	0.27	0.39	0.60
5	24	3	1.35	1.00	0.35	1.50
5	24	4	1.50	1.02	0.48	2.50
5	24	5	1.42	0.99	0.43	2.80
5	25	1	0.74	0.52	0.22	0.90
5	25	2	0.96	0.62	0.34	1.20
5	25	3	0.73	0.52	0.21	0.70
5	25	4	0.68	0.29	0.39	0.70

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
5	25	5	0.81	0.60	0.21	0.80
5	26	1	0.67	0.20	0.47	0.50
5	26	2				
5	26	3	0.77	0.32	0.45	1.40
5	26	4	1.15	0.63	0.52	1.30
5	26	5	0.77	0.38	0.39	1.00
5	27	1	0.96	0.55	0.41	1.40
5	27	2	0.89	0.70	0.19	1.10
5	27	3	1.20	0.77	0.43	1.30
5	27	4	0.55	0.27	0.28	0.60
5	27	5	0.74	0.40	0.34	0.80
5	28	1	0.80	0.60	0.20	0.80
5	28	2	1.32	0.73	0.59	1.70
5	28	3				
5	28	4				
5	28	5				
5	29	1				
5	29	2	1.15	0.90	0.25	1.30
5	29	3	1.18	0.61	0.57	1.80
5	29	4	1.12	0.61	0.51	1.50
5	29	5	0.95	0.48	0.47	1.20
5	30	1	0.56	0.35	0.21	0.50
5	30	2	0.85	0.50	0.35	1.50
5	30	3	0.55	0.31	0.24	0.70
5	30	4	0.76	0.45	0.31	0.80
5	30	5	0.52	0.45	0.07	1.40
5	31	1	0.51	0.18	0.33	0.40
5	31	2	1.15	0.57	0.58	2.40
5	31	3				
5	31	4	1.20	0.70	0.50	1.40
5	31	5	0.91	0.70	0.21	0.90
5	32	1	0.70	0.46	0.24	0.70
5	32	2				
5	32	3	0.36	0.23	0.13	0.40
5	32	4	0.52	0.29	0.23	0.50
5	32	5	0.61	0.44	0.17	0.80
5	33	1	1.40	0.58	0.82	2.20
5	33	2	0.99	0.65	0.34	1.10
5	33	3	1.06	0.60	0.46	0.90
5	33	4	1.10	0.38	0.72	1.70
5	33	5	0.82	0.29	0.53	1.30
5	34	1	1.07	0.48	0.59	1.70
5	34	2	0.94	0.47	0.47	1.20
5	34	3	0.86	0.45	0.41	1.00
5	34	4	0.97	0.43	0.54	1.40

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
5	34	5	0.84	0.48	0.36	1.10
6	1	1	1.04	0.37	0.67	1.40
6	1	2	1.40	1.08	0.32	1.50
6	1	3	0.95	0.61	0.34	1.20
6	1	4	1.09	0.80	0.29	1.00
6	1	5	0.85	0.56	0.29	1.00
6	2	1	1.21	0.51	0.70	1.60
6	2	2	0.78	0.42	0.36	0.90
6	2	3	0.99	0.79	0.20	1.30
6	2	4	0.97	0.41	0.56	1.00
6	2	5	0.55	0.29	0.26	1.00
6	3	1				
6	3	2	0.80	0.42	0.38	1.10
6	3	3	0.77	0.43	0.34	1.00
6	3	4	0.82	0.27	0.55	1.00
6	3	5	0.98	0.57	0.41	1.20
6	4	1	0.84	0.76	0.08	1.00
6	4	2	1.15	0.49	0.66	1.20
6	4	3	1.01	0.72	0.29	1.60
6	4	4	0.67	0.35	0.32	0.70
6	4	5	1.21	0.74	0.47	1.40
6	5	1	0.95	0.70	0.25	1.30
6	5	2	0.49	0.44	0.05	0.70
6	5	3	1.00	0.65	0.35	1.10
6	5	4	1.20	0.85	0.35	1.10
6	5	5	0.36	0.25	0.11	0.80
6	6	1	0.81	0.53	0.28	1.00
6	6	2	0.76	0.48	0.28	1.00
6	6	3	1.01	0.70	0.31	1.30
6	6	4	0.56	0.35	0.21	0.50
6	6	5	0.78	0.20	0.58	1.00
6	7	1	0.92	0.45	0.47	0.70
6	7	2	0.55	0.42	0.13	0.60
6	7	3	0.91	0.62	0.29	0.80
6	7	4	1.35	0.55	0.80	2.10
6	7	5	1.21	0.55	0.66	2.10
6	8	1	1.01	0.55	0.46	1.30
6	8	2	0.62	0.32	0.30	0.90
6	8	3	0.74	0.45	0.29	0.70
6	8	4	0.95	0.52	0.43	1.00
6	8	5	1.15	0.64	0.51	1.50
6	9	1	0.85	0.32	0.53	1.40
6	9	2	0.46	0.17	0.29	0.50
6	9	3	0.46	0.25	0.21	0.30
6	9	4	0.63	0.42	0.21	1.00

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
6	9	5	0.43	0.31	0.12	0.50
6	10	1	1.01	0.68	0.33	1.60
6	10	2	0.60	0.37	0.23	0.80
6	10	3	1.55	1.12	0.43	1.90
6	10	4	0.84	0.60	0.24	1.00
6	10	5	0.81	0.43	0.38	1.40
6	11	1	0.95	0.72	0.23	1.40
6	11	2	0.85	0.47	0.38	1.20
6	11	3	0.73	0.37	0.36	0.50
6	11	4	1.67	0.95	0.72	2.30
6	11	5	0.85	0.52	0.33	0.70
6	12	1	0.64	0.50	0.14	0.60
6	12	2	0.52	0.40	0.12	0.70
6	12	3	0.72	0.51	0.21	1.20
6	12	4	0.82	0.49	0.33	0.90
6	12	5				
6	13	1				
6	13	2	1.17	0.76	0.41	1.60
6	13	3	0.86	0.58	0.28	1.00
6	13	4	0.95	0.46	0.49	1.50
6	13	5	0.90	0.45	0.45	1.10
6	14	1	1.22	0.73	0.49	1.20
6	14	2	1.01	0.57	0.44	1.40
6	14	3	0.90	0.50	0.40	0.90
6	14	4	0.76	0.33	0.43	0.70
6	14	5	1.35	0.64	0.71	1.40
6	15	1	0.55	0.50	0.05	0.60
6	15	2	0.38	0.10	0.28	0.40
6	15	3	0.34	0.19	0.15	0.30
6	15	4	0.74	0.36	0.38	0.80
6	15	5	0.37	0.14	0.23	0.40
6	16	1	1.39	0.21	1.18	0.90
6	16	2	0.89	0.35	0.54	1.30
6	16	3	1.26	0.51	0.75	1.60
6	16	4	1.00	0.42	0.58	1.40
6	16	5	1.16	0.73	0.43	1.70
6	17	1	0.76	0.47	0.29	0.90
6	17	2	0.76	0.56	0.20	0.80
6	17	3	1.16	0.73	0.43	1.60
6	17	4	0.76	0.40	0.36	0.80
6	17	5	1.34	0.90	0.44	1.90
6	18	1	1.20	0.77	0.43	1.20
6	18	2	0.83	0.46	0.37	1.20
6	18	3	1.22	0.80	0.42	1.70
6	18	4	1.00	0.45	0.55	1.40

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
6	18	5	0.79	0.39	0.40	1.00
6	19	1	1.38	0.82	0.56	1.90
6	19	2	0.77	0.51	0.26	1.10
6	19	3	0.78	0.24	0.54	0.70
6	19	4	0.85	0.57	0.28	0.70
6	19	5	0.74	0.29	0.45	0.60
6	20	1	0.71	0.43	0.28	0.80
6	20	2	0.78	0.43	0.35	1.10
6	20	3	0.76	0.47	0.29	1.00
6	20	4	0.69	0.52	0.17	1.00
6	20	5	0.51	0.33	0.18	0.60
6	21	1	1.72	0.75	0.97	1.30
6	21	2	0.86	0.75	0.11	1.30
6	21	3	1.08	0.76	0.32	1.10
6	21	4	1.06	0.57	0.49	1.40
6	21	5	1.63	0.41	1.22	2.20
6	22	1				
6	22	2	1.42	0.74	0.68	1.70
6	22	3	0.53	0.17	0.36	0.40
6	22	4	1.02	0.50	0.52	1.20
6	22	5	0.72	0.41	0.31	0.80
6	23	1	0.66	0.33	0.33	0.80
6	23	2	0.69	0.44	0.25	0.60
6	23	3	0.75	0.43	0.32	0.70
6	23	4	0.95	0.39	0.56	1.60
6	23	5				
6	24	1	0.87	0.67	0.20	0.80
6	24	2	1.20	0.79	0.41	1.30
6	24	3	1.22	0.93	0.29	1.20
6	24	4	0.61	0.34	0.27	0.50
6	24	5	1.37	1.02	0.35	1.00
6	25	1				
6	25	2	0.63	0.51	0.12	0.60
6	25	3	0.60	0.51	0.09	0.60
6	25	4	0.63	0.50	0.13	0.80
6	25	5	0.90	0.61	0.29	0.80
6	26	1	0.66	0.22	0.44	1.20
6	26	2	1.02	0.57	0.45	1.50
6	26	3	0.95	0.63	0.32	1.00
6	26	4	0.90	0.33	0.57	1.00
6	26	5	0.57	0.24	0.33	0.80
6	27	1	1.12	0.60	0.52	1.10
6	27	2	1.25	0.67	0.58	1.30
6	27	3	1.05	0.47	0.58	1.40
6	27	4	0.71	0.52	0.19	1.00

Continua...

QUADRO 1A, Cont.

Rep.	Prog.	Plantas	H <sub>total</sub> (m)	H <sub>fuste</sub> (m)	H <sub>copa</sub> (m)	D <sub>base</sub> (cm)
6	27	5	1.08	0.77	0.31	1.40
6	28	1	0.76	0.38	0.38	1.00
6	28	2	1.28	0.86	0.42	1.60
6	28	3	1.30	0.62	0.68	1.70
6	28	4	1.11	0.82	0.29	1.70
6	28	5				
6	29	1	1.05	0.56	0.49	1.30
6	29	2	1.56	0.93	0.63	1.60
6	29	3	1.35	0.57	0.78	2.00
6	29	4	1.14	0.72	0.42	1.40
6	29	5	0.80	0.55	0.25	1.30
6	30	1	1.10	0.55	0.55	1.30
6	30	2	1.35	0.72	0.63	1.80
6	30	3	1.20	0.45	0.75	1.30
6	30	4	1.05	0.60	0.45	1.60
6	30	5	1.00	0.71	0.29	1.70
6	31	1	1.24	0.77	0.47	1.60
6	31	2	1.35	0.86	0.49	2.20
6	31	3	0.97	0.80	0.17	1.40
6	31	4	1.05	0.77	0.28	1.40
6	31	5	1.41	1.02	0.39	1.80
6	32	1	1.97	0.69	1.28	0.80
6	32	2	0.60	0.32	0.28	0.80
6	32	3				
6	32	4	0.73	0.60	0.13	0.70
6	32	5				
6	33	1	0.96	0.55	0.41	1.20
6	33	2	1.11	0.53	0.58	1.80
6	33	3	1.67	0.28	1.39	1.00
6	33	4	1.42	0.80	0.62	1.40
6	33	5	0.63	0.40	0.23	0.70
6	34	1	0.82	0.55	0.27	1.00
6	34	2	1.50	0.61	0.89	2.00
6	34	3	1.20	0.77	0.43	1.50
6	34	4	0.91	0.56	0.35	1.30
6	34	5	0.75	0.42	0.33	1.40