

UNESP



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

1210001121



**VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE AROEIRA
(*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) - ANACARDIACEAE
EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO
ALUNO: MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS
ORIENTADOR: MÁRIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES**

Te.1121

VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE AROEIRA
(*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) – Anacardiaceae -
EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO

MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS
Engenheiro Agrônomo

Dissertação apresentada à
Faculdade de Engenharia de
Ilha Solteira da Universidade
Estadual Paulista, como parte
das exigências para obtenção do
Título de Mestre em
Agronomia; Área de
concentração: Sistemas de
Produção.

1210001121



Proc. 54/99-Asa - NPD 160

UNESP - "CAMPUS" DE ILHA SOLTEIRA SERVIÇO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA <i>12/11/99</i>	DATA DE TOMBAMENTO <i>20/11/99</i>
REGISTRO <i>Ilha</i>	TOMBO <i>1.121</i>
AQUISIÇÃO <i>Doação - autor</i> <i>R\$ 10,00</i>	CLASSIFICAÇÃO <i>F866v</i>

Ilha Solteira – SP
Janeiro – 1999

SD10301

Freitas, Miguel Luiz Menezes Freitas

F866v Variação genética em progênes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr.All) –
Anacardiaceae – em diferentes sistemas de plantio / Miguel Luiz Menezes Freitas.
Ilha Solteira, 1999

Xi, 95p. : il.; 28 cm

Dissertação (Mestre) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira, 1999

Orientador : Mario Luiz Teixeira de Moraes

Banca examinadora : Paulo Yoshio Kageyama, João Antonio da Costa
Andrade

Bibliografia

1. Progênes-estudo. 2. Variação genética-aroeira. 3. Plantio consorciado-
espécies florestais. I. Título. II. Ilha Solteira-Faculdade de Engenharia.

CDU 575.2 : 634

Ficha catalográfica elaborada pelo SATI-SBD

***“Variação Genética em Progenies de Aroeira (Myracrodruon
urundeuva Fr. All.) – Anacardiaceae – em Diferentes
Sistemas de Plantio”***

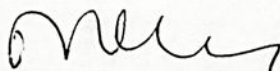
MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA
SOLTEIRA – UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE MESTRE EM AGRONOMIA**

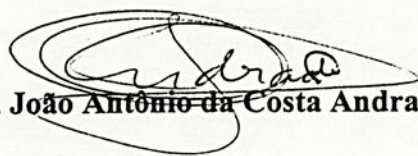
COMISSÃO EXAMINADORA:



**Prof. Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes
Orientador**



Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama



Prof. D. João Antônio da Costa Andrade

**Ilha Solteira – SP
Janeiro de 1999**

VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE AROEIRA
(*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) – Anacardiaceae -
EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO

MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da
Universidade Estadual Paulista, como parte das exigências para obtenção do
Título de Mestre em Agronomia; Área de concentração: Sistemas de Produção.

Ilha Solteira – SP
Janeiro – 1999



VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE AROEIRA
(*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) – Anacardiaceae -
EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO

MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS

APROVADO EM 22.01.99

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

FEIS/UNESP

Prof. Dr. PAULO YOSHIO KAGEYAMA

ESALQ/USP

Prof. Dr. JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

FEIS/UNESP

Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES
Orientador



OFEREÇO

Aquele que proporcionou a minha vinda a este lugar ainda tão desconhecido.

Meus pais Paulo e Efigênia,

Meu irmão Paulo César,

Meu irmão Hermes,

Minha cunhada Virgínia,

Meus sobrinhos Ana Rosa, Caio, Camila, George Miguel, Manuela e Paula Caloi,

Minha esposa Regina,

E ao fruto desse trabalho, meu filho Rodrigo (Zézinho)

DEDICO

Aqueles que conviveram comigo durante o trabalho, que me ajudaram na hora necessária, e que indiretamente me auxiliaram com alguma idéia.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Mário Luiz Teixeira de Moraes, pela oportunidade de poder compartilhar de seus conhecimentos, pela amizade construída e pelo aprendizado ao longo de nosso convívio.

Aos professores Paulo Y. Kageyama, João A.C. Andrade, Marco E. Sá e Salatier Buzetti, pelas críticas e sugestões que ajudaram a enriquecer este trabalho.

À FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudo.

Visêlido Ribeiro de Oliveira e Marcos Drumond, pelo envio de material para trabalho.

À Companhia Energética de São Paulo, CESP, pelo apoio na produção das mudas.

Aos professores do Curso de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, pelas informações transmitidas e principalmente pela amizade.



Aos senhores José Cambuím, Aílton dos Reis, Manoel Bonfim, pela amizade e pelo apoio nos trabalhos de campo

Aos técnicos que me acompanharam durante o trabalho, e que sempre se mostraram dispostos a me ajudar, em especial a Selma, Adelaide, Alexandre, Irineu, Valdivino, Jair, André e Carlinhos.

Aos estagiários da área de Silvicultura, Simone, Adriana, Ananda, Vanessa, Marcos Paulo, Rosângela e Cidinei, pelo convívio e aprendizado diário.

Aos amigos de Curso Adriana, Ana Cristina, Ananda, André, Antônio Augusto, Éder, Eloisa, Eraldo, Gilberto, Helena, Lúcia, Nilton.

Aos amigos Adriana Cavenage, Daniel, Eloiza, Gilda, Helder, Irley, Marcílio, Marcos (Geléia), Paulo Koga, Priscila, Sílvia e Vânia, pela convivência, pelo auxílio e pela amizade.

Aos professores Marco, Shizuo, Boliani, Marlene Cristina, Kiko, Ana Maria, Salatier, e Minucci, pelo convívio.

Aos funcionários da UNESP Arlindo, Fatima, Rose, José Carlos e Márcia, João, Marta, Sandra, Dona Tê, pela gentileza.

As pessoas que de certa forma contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado!



SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Considerações gerais sobre as espécies	5
2.1.1. <i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	5
2.1.2. <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook	9
2.1.3. <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.)Taub.	10
2.1.4. <i>Trema micrantha</i> (L.) Blum.	11
2.1.5. <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassm.	12
2.2. Sucessão em espécies arbóreas	13
2.3. Sistemas de plantio	14
2.4. Sistemas de plantio de aroeira (<i>M. urundeuva</i>)	16
2.5. Variabilidade genética de populações naturais	19
2.6. Determinação da variabilidade genética	24
2.6.1. Considerações gerais	24
2.6.2. Testes de progênies	25
2.6.3. Parâmetros genéticos	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Material	30
3.2. Métodos	31
3.2.1. Instalação do experimento	31
3.2.2. Coleta de dados	32



3.2.3. Estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos	35
3.2.3.1 Análise de variância das características	35
3.2.3.2. Estimativa dos parâmetros genéticos	37
3.2.3.4. Análise de covariância e estimativa de correlações	40
3.2.3.5. Estimativa de correlações genéticas	41
3.2.3.6. Estimativa do coeficiente de caminhamento	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1. Análises de variância	43
4.2. Estimativas de variâncias genéticas e fenotípicas e seus respectivos coeficientes de variação e herdabilidade	49
4.3. Estimativas das correlações genéticas	55
4.4. Sistemas de plantio	60
5. CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
APÊNDICE	83



VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE AROEIRA
(*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) – Anacardiaceae -

EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO

Autor: MIGUEL LUIZ MENEZES FREITAS

Orientador: Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

RESUMO

Devido a necessidade do conhecimento da estrutura genética de espécies nativas, procurou-se estudar, em uma população de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.), a melhor forma de consórcio, a partir de espécies de interesse econômico e disponíveis para plantio. O experimento foi instalado em dezembro de 1992, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP, no município de Selvíria – MS, onde foi conduzido um teste de progênies, em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo 10 famílias (subparcelas) de polinização livre, originárias de Petrolina – PE, e 7 sistemas de plantio (parcelas): aroeira e candiúba (*Trema micrantha*); aroeira, candiúba e jerivá (*Syagrus romanzoffiana*); aroeira e canafístula (*Peltophorum dubium*); aroeira, canafístula e jerivá; aroeira e eucalipto (*Eucalyptus citriodora*); aroeira, eucalipto e jerivá; e aroeira em plantio homogêneo; com 3 repetições. O espaçamento entre plantas de aroeira foi de 3,0 x 3,0 m, sendo

que este mesmo espaçamento também foi utilizado, mas de forma intercalar, para as outras espécies. Estudou-se as características silviculturais: altura da planta (m), diâmetro médio da copa (m), forma do fuste, número de ramos, diâmetro do fuste a 30 cm do solo (cm), espessura da casca a 30 cm do solo (mm) e densidade da casca a 30 cm do solo (g/cm^3); e nutricionais (g/kg): nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre; da aroeira, sendo que os dados foram coletados aos quatro anos e seis meses após o plantio. Entre as características silviculturais e nutricionais obteve-se médias para coeficiente de variação experimental, coeficiente de variação genética e herdabilidade em nível de média no sentido restrito, respectivamente de 15,13%, 4,29% e 0,59. Entre os sistemas de plantio, verificou-se que o consórcio envolvendo aroeira, canafístula e jerivá foi o mais promissor para a espécie principal, além de manter o experimento menos infestado de invasoras. Entre as características estudadas, destacam-se para uma eventual seleção a altura da planta e o número de ramos.



GENETIC VARIATION IN PROGENIES OF AROEIRA

(*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) – Anacardiaceae -

IN DIFFERENT SYSTEMS OF PLANTATION

SUMMARY

This study was carried out to investigate the genetic structure of na aroeira population (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) in its best consortium form, starting from economic and available species of interest for plantation. The progenies test was started in December, 1992, at University farm located in Selvíria – MS. The experimental design was a randomized blocks in scheme split with 10 families (secondary treatments), of open pollination, from Petrolina – PE, and 7 plantation systems (primary treatments): aroeira and candiúba (*Trema micrantha*); aroeira, candiúba and jerivá (*Syagrus romanzoffiana*); aroeira and canafistula (*Pelthoforum dubium*); aroeira, canafistula and jerivá; aroeira and eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*); aroeira, eucalyptus and jerivá; and aroeira in homogeneous plantation; with 3 replications. The spacing between rows of aroeira plants was 3,0 x 3,0 m, with or without other specie in consortium. It was studied characteristic: plant height (m), medium diameter of the top (m), stem forms, branches number, stem diameter at 30 cm of soil (cm), bark thickness at 30 cm of soil (mm), bark density at 30 cm of soil (g/cm³); and: N, P, K, Ca, Mg and S – (g/kg); from aroeira, at four years and six months after the plantation. Between the forestry and nutrition characteristic was obtained averages to experimental variation coefficient, genetic variation coefficient,



and heritability at average level in the narrow sense, respectively of 15,13%, 4,29% and 0,59, showing the genetic potential of the population of studied aroeira. Among the plantation systems was verified the consortium involving aroeira, canafístula and jerivá was the most promising to the main species, besides maintaining the less infestation of invader. Plant heights and branch numbers were the best characteristics to species selection.



1.INTRODUÇÃO

A retirada da árvore pelo homem para utilização de diversos produtos como postes, estacas, mourões, armações de pontes, caibros, ripas, além de fonte de energia como o carvão, e matéria prima para a indústria farmacêutica, vêm causando uma devastação desordenada das florestas. Essa retirada também está relacionada à expansão agrícola, causando um grande transtorno aos maciços florestais, levando à extinção de espécies florestais de conhecido valor comercial, sendo que pouco a pouco estas essências nativas começam a apresentar um sério comprometimento do potencial genético.

Áreas antes ocupadas por mata, passaram a ser utilizadas como campo para criação animal e produção agrícola de alimentos para consumo humano, porém, devido a necessidade crescente da indústria transformadora madeireira, muitas porções de terra começaram a ser ocupadas novamente por árvores, só que dessa vez o interesse é centrado no cultivo de espécies exóticas. Esse interesse se justifica devido a superioridade de ganho de crescimento de espécies exóticas em relação às espécies nativas quanto ao crescimento em altura e diâmetro e uniformidade na matéria prima, favorecendo sua utilização em reflorestamentos. A utilização de espécies nativas em reflorestamentos possibilita a manutenção de sua variabilidade através de implantação e manejo de povoamentos puros e mistos, conservando espécies potenciais na forma *in situ* e *ex situ*, preservando dessa forma seu papel ecológico.

A formação de florestas a partir de regeneração artificial vem sendo utilizada em alguns países com êxito. A necessidade de geração de energia fez com que estes países introduzissem espécies exóticas para esse fim, devido ao rápido crescimento que essas espécies alcançam e pela especialidade que possuem, influenciando ainda mais a sua exploração. Por isso, a silvicultura tem alcançado alto padrão através de processos modernos de cultivo com alta produtividade, com condições de expansão devido a integração entre produção de madeira e utilização industrial, obtendo retorno econômico através das plantações florestais (LIMA et al., 1982).

O cultivo associado entre espécies visa conhecer os diferentes comportamentos entre elas, fazendo com que se chegue a um modelo de plantio consorciado favorável. Essa idéia pode ser observada a partir de conceitos preestabelecidos da linha de sucessão, proporcionando um melhor ganho na recomposição florestal.

Dentre as espécies arbóreas importantes para a recomposição das florestas nativas, destacam-se as da família Anacardiaceae que são de ampla ocorrência no Brasil, possuindo aspectos econômicos como alimentação, paisagismo, extração de tanino e verniz, medicinal e madeireiro.

A família Anacardiaceae abrange cerca de 60 a 80 gêneros e 600 espécies, de distribuição predominantemente pantropical, com alguns gêneros ocorrendo nas regiões temperadas da Ásia, Europa e América do Norte (WILLIS, 1973; CRONQUIST, 1981; BARROSO, 1984; SANTIN, 1989), sendo que entre elas destaca-se a aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). No Brasil, a aroeira compreende 12 espécies, ocupando desde o norte até o sul do país, como o cerrado, ambientes de cerrado no pantanal matogrossense, caatingas, proximidades das caatingas, matas ciliares, floresta amazônica e mata atlântica (SANTIN, 1989).



A aroeira, apesar de ser uma espécie de alto valor econômico, e de sua presença ocorrer em quase todo Brasil, tem sofrido, ano após ano, frequente diminuição devido a retirada desordenada de suas árvores em seu habitat natural.

Economicamente, nos dias de hoje o plantio visando retirada a curto prazo da madeira da aroeira pode não ser viável, porém, espécies florestais nativas têm demonstrado uma mudança na sua função inicial, principalmente devido aos hábitos de consumo. Essas plantas ainda mantêm as características iniciais de comércio, porém, com o aumento nas pesquisas nas áreas de ciências médicas com plantas para produção de remédios, e mesmo no segmento ambiental, fizeram com que elas alcançassem maior valorização, elevando seu preço no mercado. Na maior parte das vezes essa produção é restrita, com pouco material para ser entregue ao consumidor. Portanto, a escolha para plantio de uma espécie secundária (inicial ou tardia) ou clímax pode levar o agricultor a antecipar o seu lucro.

A aroeira tem sido alvo de muitos trabalhos buscando uma utilização medicinal, talvez sendo esse o momento do grande passo para o aumento da sua produção, difundindo seu cultivo entre os agricultores, ou incentivando a conservação das poucas árvores que existam na sua propriedade. No caso de um plantio consorciado, seu retorno econômico torna-se mais rápido, pois o agricultor pode retirar vários produtos de uma mesma área, em épocas diferentes, levando ainda a uma diminuição nos gastos com o controle de pragas, doenças, invasoras e outros encargos que oneram e elevam o custo da produção agrícola, e que por muitas vezes inviabilizam qualquer tipo de cultivo.

Em função da situação exposta, este trabalho teve o objetivo de estudar a variabilidade genética de uma população de aroeira através de um conjunto de caracteres quantitativos; verificar o desenvolvimento ocorrido dessa espécie dentro dos diferentes



sistemas de produção, comparando-os a um estágio de sucessão; e propor alternativas de plantio para essa espécie arbórea entre os produtores rurais, estimulando este e o de outras culturas alternativas, fazendo com que estes produtores agrícolas preservem a variabilidade genética de populações de aroeira, obtendo também vantagens econômicas.



2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações gerais sobre as espécies

2.1.1. *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

O gênero *Myracrodruon*, descrito por Freire Allemão (1862) baseado na espécie *M. urundeuva* e depois reavaliado por SANTIN (1989), classificando a aroeira como *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. ALLEMÃO, pertencente à família Anacardiaceae. É uma espécie dióica que possui tronco único, reto e cilíndrico, com ramos cilíndricos, de seção circular. As gemas foliares ou floríferas desenvolvem-se no ramo do ano; as folhas são sempre alternas, compostas, imparipinadas, sendo os folíolos opostos ou subopostos que, quando macerados, liberam uma resina incolor com forte odor de terebentina. Em *Myracrodruon* as inflorescências são panículas, terminais e axilares, multifloras, com cerca de 20 cm de comprimento. Os botões florais são arredondados e as flores subsésseis, díclinas, pentâmeras, isostêmones, actinomorfas, providas de um disco intraestaminal pentalobado, onde se inserem os estames e o pistilódio nas flores masculinas, ovário e os estaminódios nas flores femininas. O autor descreve que as flores são atrativas de insetos, sendo procuradas principalmente por

himenópteros. Os frutos são drupas arredondadas, sempre acompanhadas do cálice persistente e ampliado, que auxilia na dispersão dos frutos. A semente é única, de tegumento membranáceo, a germinação é do tipo epígea fanerocotiledonar, onde os cotilédones, por ocasião da germinação, ficam acima do nível do solo, liberando as folhas cotiledonares de dentro da semente.

LORENZI (1992) descreveu a aroeira como uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófita, característica de terrenos secos e rochosos, ocorrendo em agrupamentos densos, tanto em formações abertas e muito secas (caatinga) como em formações muito úmidas e fechadas (floresta pluvial com 2.000mm de precipitação anual).

Ocorre preferencialmente em ambientes secos, de solos pedregosos, sendo árvore encontrada nos mais variados tipos de vegetação, da caatinga à floresta pluvial tropical, passando através de formações de cerrado (SANTIN, 1989). Nas formações florestais a espécie parece estar associada com *Piptadenia* spp., *Chorisia speciosa*, *Tabebuia impetiginosa* e *Hymenaea stilbocarpa* (FLORSHEIM, 1992). Em florestas secundárias, ela pode ocorrer em “stands” quase puros, com plantas de diferentes idades (FAO, 1986).

É popularmente encontrada desde o Ceará até o Mato Grosso do Sul, sendo mais freqüente nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Bahia (caatinga); Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (cerrado); Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo, em ambientes de cerrado ou em regiões próximas ao cerrado, e o Paraná apresentando poucas aparições (RIZZINI, 1971; LORENZI, 1992).

Uma espécie aparece na Bolívia, Paraguai e Argentina, nas formações do Chaco. Porém, segundo RIZZINI (1971), NOGUEIRA et al. (1983), SANTIN (1989), o Brasil é o centro de origem dessa espécie.

LORENZI (1992) citou que a aroeira possui nomes diferentes em diversas regiões do país como urundeúva, aroeira-do-sertão (CE), aroeira-do-campo, aroeira da serra, urindeúva, arindeúva, arendiúva e aroeira-preta.

SANTIN (1989) supõe que *M. urundeuva* tenha habitado as florestas em épocas passadas e que devido a exploração irracional de sua madeira, tenha praticamente desaparecido desses ambientes.

Através de zoneamento efetuado por GOLFARI et al. (1978), essa espécie adapta-se a uma grande amplitude climática, variando do tropical semi-árido com chuvas periódicas ao subtropical úmido com chuvas periódicas com uma temperatura média anual entre 19 e 28°C e uma precipitação média anual entre 700 a 2.000 mm

Segundo COSTA FILHO (1992), a aroeira prefere terras de qualidade boa a regular, são freqüentes em solos originados de rochas basálticas e em áreas de transição de solos de cerrado para terra roxa, conferindo à espécie um ambiente edáfico de alta fertilidade natural, elevada soma de bases trocáveis e alta disponibilidade de fósforo.

Alguns trabalhos com espécies florestais têm sido direcionados ao encontro de conceitos baseados em um crescimento mais rápido e ordenado, avaliando os teores de nutrientes existentes nas plantas, em pesquisas de melhoramento genético (MORAES, 1992 e ARYA et al., 1995), ou somente na avaliação de nutrientes, isolados ou em conjunto, atuando no desenvolvimento das plantas (RADOMSKI et al. 1992, BARBOSA, 1994, OLIVEIRA et al., 1998, e MENDONÇA et al., 1998).

Quanto à dendrometria da espécie, as árvores de *Myracrodruon urundeuva* variam em dimensão, podendo medir até 15 m de altura, com diâmetro variando de 15 a 30 cm no cerrado e caatinga, e até a altura de 30 m de altura e 1 m de diâmetro em solos mais férteis da floresta latifoliada semidecídua (CORRÊA, 1926; RECORD & HESS, 1949; FRAGA, 1946; RIZZINI, 1971; RAMALHO, 1973; SILVA, 1978; BARROSO, 1984; FAO, 1986; SANTIN, 1989; LORENZI, 1992).

No Brasil, a ocorrência dessa espécie da região nordeste até a sudeste é registrada pela exploração de sua madeira que é de excelente qualidade, marcada pela dureza e imputrescibilidade em contato com o solo (SANTIN, 1989). FLORSHEIM (1992) notou que as árvores desenvolvidas em espaçamentos mais largos apresentaram maiores valores de densidade básica da madeira. MAINIERI (1983) classifica a madeira de *Myracrodruon urundeuva*, como madeira muito pesada, acima de 950 kg/m³.

A obtenção de mudas por semente, segundo SANTIN (1989), é muito simples, e a unidade de dispersão, que é o próprio fruto, podem ser semeadas com ou sem o cálice persistente, não necessitando nenhum tratamento especial.

Em viveiro, a germinação ocorre em torno de 6 a 10 dias, sendo que as sementes devem ser acondicionadas em câmara fria por um prazo de até 13 meses, garantindo assim uma porcentagem de germinação por volta de 70% (PEREIRA, 1982, FAO, 1986). BARROS (1970) citou a porcentagem de germinação de 95% para essa espécie.

DRUMOND et al. (1981) verificaram que quanto maior o grau do sombreamento (variando de 0 a 70%) menor o número de estômatos, embora não tenha havido efeito sobre a sobrevivência de mudas levadas para o campo (sobrevivência acima de 90%). Não houve diferença significativa no desenvolvimento em altura.



Segundo SANTIN (1989), a regeneração a partir de raízes e cepas é muito fácil, nesses casos as árvores apresentam vários troncos, saindo de uma base comum e, dependendo das condições ambientais, postes e mourões iniciam brotamento, comprovando sua capacidade de regeneração.

Cascas castanho escura, subdivididas em placas escamiformes, balsâmicas e hemostáticas, são empregadas no tratamento das vias respiratórias e do aparelho urinário, e devido ao seu alto teor de tanino (cerca de 15%) são aproveitáveis na indústria de curtume. A resina amarelo-claro proveniente das lesões da casca é medicamento de larga aplicação entre os sertanejos. As cascas, em infusão em água ou vinho, servem como analgésico, antiinflamatório, antiinfecioso e no tratamento de úlceras estomacais (DRUMOND, 1982 e FLORSHEIM & TOMAZELLO FILHO, 1994).

FLORSHEIM & TOMAZELLO FILHO (1994) citaram que a permanência de algumas pessoas sob a árvore da aroeira ou nas proximidades dela, pode causar dermatites e coceiras.

2.1.2. *Eucalyptus citriodora* Hook.

Espécie arbórea de origem australiana, introduzida no Brasil no século passado, teve seu plantio aumentado a partir de meados deste século, com o programa de incentivos fiscais do governo federal. Sua madeira é utilizada para a produção de dormentes, postes, mourões, chapas, caixarias, lenha e carvão. Possui características que possibilitam o seu plantio em todo o estado de São Paulo e estados vizinhos, tomando-se

cuidado em locais propícios a geadas. A falta de água não é um fator importante que possa afetar a produção dessa espécie (FERREIRA, 1979).

XAVIER (1993) afirmou que no Brasil o *Eucalyptus citriodora* é considerado uma das principais espécies de eucalipto, em razão de suas características silviculturais e tecnológicas favoráveis, tais como densidade básica, bom rendimento volumétrico, excelente forma e boa capacidade de brotação, além da capacidade de fornecer o óleo essencial, utilizado na farmacopéia natural e na produção de produtos de limpeza.

Face ao seu cultivo espalhado pelo território brasileiro e seu potencial madeireiro, de onde se extrai vários derivados, o eucalipto representa, entre as espécies exóticas florestais, o mais alto grau de importância. Portanto, trata-se de uma espécie exótica que tem grande chance de êxito em sistemas de plantio com espécies nativas.

2.1.3. *Peltophorum dubium* (Spreng.)Taub.

Árvore mediana a grande, alcançando de 10 a 20 metros de altura, vulgarmente conhecida como canafistula, é encontrada desde o Ceará até o Paraná, abrangendo larga faixa do estado de Minas Gerais, principalmente em floresta latifoliada semidecícula. Pode ser utilizada como planta ornamental, adaptando-se bem a luz direta, sendo útil para plantios em reflorestamentos heterogêneos de áreas degradadas de preservação permanente. Sua madeira é própria para vigamento, caibros, caixilhos, rodapés, obras internas, carpintarias, para a confecção de palitos de fósforo e caixotaria em geral. A casca tanífera é usada nos curtumes (RIZZINI, 1971; LORENZI, 1992; JANKOWSKY et al., 1990). Porém, JANKOWSKY et al. (1990) citam que sua madeira,

por ser de durabilidade moderada e de baixa permeabilidade ao tratamento, não deve ser empregada em condições favoráveis a deterioração biológica. Devido às suas várias utilidades e fácil presença na região, pode ser uma alternativas para esse tipo de plantio.

2.1.4. *Trema micrantha* (L.) Blum.

Pertencente a família Ulmaceae, essa espécie de rápido desenvolvimento pode chegar até 20 metros de altura, e DAP de 70 cm quando adulta, ocorrendo desde os climas tropicais até as zonas temperadas, encontrado-se tanto em terras boas como muito fracas. Popularmente conhecida como candiúba, é encontrada nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul, em várias formações florestais. Sua madeira pode ser utilizada na produção de tábua, lenha e carvão, servindo até para a fabricação de pólvora. Suas flores são melíferas e seus frutos são consumidos por pássaros. Árvore pioneira de crescimento rápido, sua utilização em reflorestamento é indispensável (LORENZI, 1992).

Sua casca é utilizada em medicina popular, suas flores são muito visitadas por abelhas, e seus ramos, folhas e frutos, por serem de grande valor nutricional, constituem forragem bem conhecida popularmente, principalmente em regiões onde o alimento se torna escasso na seca. É árvore com grande poder de regeneração, inclusive após incêndio em mata explorada, suas sementes são bastante disseminadas por aves, o que explica a sua grande dispersão. Apresenta grande versatilidade ecológica, sendo recomendada para reposição de mata ciliar para locais inundados, para a conservação de solo, para recuperação de áreas erodidas, de mineração e para estabilização de dunas (CARVALHO, 1994).

2.1.5. *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassm.

Popularmente conhecido como jerivá, é um coqueiro rústico, ornamental, que vegeta tanto em regiões de clima temperado como regiões de clima tropical, podendo atingir até 20 m de altura (ENCICLOPÉDIA, 1988).

Por ser altamente decorativa, muito utilizada no paisagismo e de fácil transplante quando adulta, o jerivá foi transformado na palmeira mais empregada na arborização de ruas e avenidas em todo o país. Seus frutos são procurados por várias espécies animais, sendo recomendado seu plantio em agrupamentos mistos de áreas degradadas de preservação permanente, sendo bem resistente a geada. Conhecida em outros países, onde é chamada de “queen palm”, sua ocorrência vai desde os estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul, em quase todas as formações vegetais, ocorrendo ainda no Paraguai, Argentina e Uruguai (LORENZI et al., 1996).

Possui importância alimentícia, forrageira e artesanal, seus frutos são utilizados em alimentação humana, e mais precisamente na engorda de suínos e bovinos, além disso, o jerivá fornece o palmito, mas para isso sacrifica-se toda a planta. Seu caule é utilizado para a confecção de esteios e ripas, suas folhas são utilizadas para a cobertura de ranchos e paióis, e seus folíolos são utilizados na confecção de balaios (ENCICLOPÉDIA, 1988). Todas essas características deram ao jerivá potencial para utilização entre os sistemas de plantio, principalmente pelo motivo de apresentar características climáticas, não concorrendo com as demais espécies.

2.2. Sucessão em espécies arbóreas

Segundo KAGEYAMA & GANDARA (1993), as espécies pioneiras se regeneram em clareiras grandes, as secundárias se regeneram em clareiras pequenas e as climáticas não necessitam de clareiras para sua regeneração.

Resultados experimentais com o uso da sucessão secundária como guia para as plantações mistas de espécies nativas, têm levado à conclusão, segundo KAGEYAMA et al. (1990), de que espécies pioneiras ou de início de sucessão, são altamente favoráveis na fase inicial de plantio da floresta.

KAGEYAMA & CASTRO (1989) observaram que a sucessão secundária é o mecanismo pelo qual as florestas tropicais se auto renovam, através da cicatrização de locais perturbados que ocorrem a cada momento em diferentes pontos da mata, e este parece ser o conceito mais apropriado a ser utilizado para a regeneração artificial de florestas mistas. O entendimento de como as diferentes condições da floresta, desde as clareiras até a mata fechada, são ocupadas por diferentes grupos de espécies, pode orientar a forma de como as espécies podem ser associadas nas plantações mistas. Os autores acreditam que a maior parte dos problemas da silvicultura tropical são na realidade problemas de como entender e manejar a vegetação sucessional, e o estudo das variações das síndromes adaptativas das espécies envolvidas fornecerá subsídios básicos para o entendimento da dinâmica da floresta tropical e para o manejo da regeneração natural. A sucessão secundária parece ser um conceito que melhor pode separar as espécies em grupos com características similares, principalmente quanto à exigência ou não de clareiras pequenas ou grandes em diferentes estádios de desenvolvimento das plantas, para seu uso em plantios mistos.



2.3. Sistemas de plantio

Para o sucesso no estabelecimento de espécies nativas, KAGEYAMA & CASTRO (1989) mencionaram que o primeiro passo é definir que espécies utilizar. Poucas informações sobre árvores nativas são relatadas e as espécies conhecidas no geral são as mais adequadas para o cultivo objetivando a produção de pequena escala ou proteção ambiental. Além disso, a definição de qual sistema de plantio empregar pode ser uma incógnita, sendo que o sistema de plantio misto composto por árvores nativas parece ser o mais adequado por manter os processos que caracterizam a eficiência de conservação ambiental dos sistemas florestais naturais, proporcionando um maior número de opções para o uso múltiplo da floresta. Segundo os autores, a seleção de espécies e procedências recomendadas para o plantio florestal deve levar em conta a totalidade do ambiente onde os genótipos se desenvolverão, sendo que as condições edáficas e climáticas, e os níveis de tecnologia como preparo do solo, fertilização, espaçamento e tratos culturais devem ser considerados.

Os ensaios comparativos de espécie são, para KANASHIRO (1992), o ponto básico para um programa de silvicultura, tanto de espécies nativas como exóticas, sendo uma fase em que se inclui muitas espécies de interesse econômico e/ou ecológico, uma vez que estes ensaios devem dar informações do comportamento, do crescimento e da adaptação das espécies. Quando se desconhece totalmente a ecologia das espécies é muito importante que essas avaliações sejam feitas em diferentes sistemas silviculturais (plantio homogêneo e heterogêneo) para que espécies não sejam descartadas precocemente de um determinado programa de pesquisa. O autor ainda descreve que, na falta de informações, muitas das decisões a serem tomadas podem se basear unicamente no bom senso do silvicultor/melhorista. Não há uma metodologia pré-estabelecida para

os espaçamentos, ou mesmo tamanho e forma das parcelas experimentais. Além disso, é importante que qualquer que seja a decisão a ser tomada, deve ser sempre levado em consideração o número de indivíduos a serem avaliados que possibilite inferir sobre o comportamento das espécies. Nesse tipo de ensaio a utilização de bordaduras é muito importante devido aos diferentes hábitos de crescimento das espécies.

KAGEYAMA & CASTRO (1989) observaram, a partir da análise de alguns trabalhos, que o efeito do aumento da luminosidade no crescimento e na forma do tronco das árvores pode ser uma indicação para a separação de grupos de espécies em comportamento similar, orientando a pesquisa a misturar espécies em plantações, dando a cada uma a condição adequada para o seu pleno desenvolvimento.

KANASHIRO (1992) observou que, além da avaliação das espécies em diferentes condições de sombreamento, é importante também atentar para o tempo de duração dos ensaios. Avaliações precoces podem descartar erroneamente espécies de determinados sistemas de plantio. O jutaí-açu (*Hymenaea courbaril*), testado em condições de sombra parcial e avaliado aos quatro anos por YARED & CARPANEZZI (1981), foi considerado inadequado para estas condições de cultivo, devido ao acentuado acamamento dos caules no estágio inicial; porém, Kanashiro (1991), citado por KANASHIRO (1992), reconhece que esta avaliação foi feita precocemente pois as plantas, nessas condições, com mais de quinze anos de idade apresentaram forma de fuste bastante superior, comparadas às plantas testadas a pleno sol.

SILVA & TORRES (1993) trabalharam com 26 espécies plantadas em sistemas mistos e puros com espécies secundárias e climáticas e concluíram que o sistema misto apresentou valores superiores aos sistemas puros.

Para as finalidades em que os plantios mistos são a melhor opção, é necessário delinear sistemas em que as árvores de diferentes classes de tolerância tenham

oportunidades iguais, cada uma em seu nicho apropriado, resultando em uma melhor utilização do ambiente acima e abaixo do solo. Além disso, o reflorestamento misto deve ser composto por espécies de diferentes estágios de sucessão, assemelhando-se à floresta natural, que é composta de um mosaico de estágios iniciais de sucessão; a floresta heterogênea deve se caracterizar pela condução da sucessão, o que favorece tanto, o rápido recobrimento quanto a sua auto-renovação e permanência, aspectos adequados para as florestas com objetivos de proteção (KAGEYAMA & CASTRO, 1989).

As plantações mistas têm o caráter de conservação genética para algumas espécies da floresta tropical, onde a conservação só é possível na forma *in situ*, como as espécies clímaxes e as de sementes recalcitrantes (FAO, 1984).

Em geral, os experimentos procuram colocar as espécies casualizadamente no campo, sem a preocupação de combiná-las com as exigências ecológicas, dificultando generalizações sobre grupos de espécies com comportamentos comuns (KAGEYAMA, 1990b). O autor cita que com a peroba, cuja característica é de crescimento típica de secundária tardia, apresenta necessidade de uma espécie “estimuladora” como vizinha para obter crescimento e tronco favoráveis.

2.4. Sistemas de plantio de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*)

A maioria dos resultados obtidos na literatura, referentes ao desenvolvimento da aroeira, é encontrado em plantios homogêneos, ou seja, a pleno sol. GARRIDO (1981), trabalhando com aroeira em Assis, SP, aos nove anos de plantio, obteve altura média de 9,60 m e um DAP de 9,70 cm. LIMA et al. (1982), em ensaio conduzido em Petrolina, PE, verificaram que a aroeira apresentou uma média de 1,70 m

de altura e sobrevivência acima de 75%, aos três anos. No município de São José do Rio Preto, SP, a média de altura foi de 5,11 m aos quatro anos (FAO, 1986). Em estudo realizado em Selvíria, MS, MORAES et al. (1992) observaram para altura de plantas variações de 1,15 a 3,87 m, e de 1,16 a 3,68 m, do primeiro ao quarto ano de experimentação para duas populações de aroeira. SIQUEIRA (1995) observou em seu trabalho de conservação de recursos genéticos de essências nativas, trabalho com várias procedências do estado de São Paulo, que a aroeira plantada no ano de 1981, alcançou após 7 anos, uma média de altura e DAP, respectivamente, de 5,39 m e 6,43 cm. Após 8 anos de instalação a espécie alcançou médias para altura e DAP, respectivamente, de 6,97 m e 7,27 cm para a procedência estudadas. Em outro experimento, este instalado em 1986 no município de Marília, com aroeira procedente de Pederneiras, observou-se, depois de 3 anos, uma altura de 2,96 m, e em experimento instalado na cidade de Luiz Antônio, foi observado que a procedência de Ilha Solteira alcançou 1,34 m de altura, e DAP de 1,99 cm. Todos os ensaios realizados pelo autor foram conduzidos com aroeira em plantio homogêneo.

GARRIDO (1981) observou que a aroeira apresenta intensa ramificação e brotação lateral quando plantada em sistemas puros, mas tal problema pode ser minimizado quando a espécie é plantada em espaçamento menor, entretanto o crescimento em diâmetro diminui.

KAGEYAMA et al. (1990) classificaram a aroeira como secundária tardia e verificaram que a mesma obtém melhor desenvolvimento quando plantada em consórcio com uma espécie do tipo secundária inicial.

DUBOIS (1970) observou que na região dos Campos Cerrados, especificamente nas matas de segunda classe, a aroeira ocupa terras mais pobres, e que



em ambientes favorecidos podem atingir dimensões que justificam seu aproveitamento entre outras espécies.

NOGUEIRA (1977), trabalhando com aroeira em plantios mistos no Estado de São Paulo, verificou que houve um incremento anual de 1,17 cm no diâmetro, e 0,72 m, em altura.

Trabalhando com cinco espécies nativas, plantadas em povoamentos puro e misto, GARRIDO et al. (1990) verificaram que a aroeira obteve melhor desenvolvimento quando plantada em consorciação com as demais espécies, que compreendiam três secundárias iniciais (*Anadenanthera falcata*, *Gochanatia polymorpha* e *Colubrina rufa*) e uma secundária tardia (*Tabebuia impetiginosa*). Neste experimento a aroeira apresentou aos 17 anos de idade, 13,1 cm e 11,6 m para os povoamentos puros, e 14,9 cm e 13,6 m para os povoamento mistos, para diâmetro e altura respectivamente. Os autores concluíram ainda que a aroeira alcançou tais medidas em razão do sombreamento proporcionado pelas outras árvores.

O plantio da aroeira consorciado com outras espécies pode ser observado em estudos feitos por NOGUEIRA (1977), no município de Cosmópolis - SP, no qual em uma população heterogênea, alcançou uma altura média de 12,40 m e um DAP médio de 20 cm aos 20 anos de idade. MORAES et al. (1996) realizaram experimento em Selvíria - MS, com dois testes de progênes de aroeira consorciada com candiúba, sendo que os dados coletados após quatro anos do plantio, apresentaram 2,66 e 2,39 m de média de altura; 11,5 e 12,9% de coeficiente de variação, e 0,58 e 0,31 de herdabilidade em nível de médias para as respectivas progênes estudadas. FREITAS & MORAES (1997) obtiveram média de 2,86 m para altura da aroeira, aos 3 anos, em diferentes sistemas de plantio.



LACERDA (1997) observou que a densidade populacional da aroeira varia em seu habitat natural (1 indivíduo para 39 ha, e 1 indivíduo para 2,8 ha). Porém, há a expectativa que entre plantios heterogêneos essa densidade não afete a produtividade da espécie, o que poderá ser observado somente com o aumento da idade do plantio.

2.5. Variabilidade genética de populações naturais

A participação das espécies florestais nativas em estudos científicos tiveram um novo impulso a partir do Congresso nacional sobre essências nativas realizado no ano de 1982. Desde então, diversas pesquisas voltadas ao estudo com espécies nativas vem sendo realizadas, inclusive com a variabilidade genética de populações naturais, que até o momento era realizado maciçamente com espécies exóticas.

Os estudos da variabilidade genética em populações naturais revelam haver grande preocupação entre os pesquisadores com os diferentes ecossistemas. Pesquisas defendem a manutenção e ampliação de armazenamento de dados genéticos das espécies vegetais, pois estas podem ocultar dados ainda desconhecidos e representar um grande potencial agrícola e florestal.

A exploração irracional e indiscriminada de espécies raras, como o mogno e o pau-rosa, tem uma implicação muito significativa sob o ponto de vista genético de suas populações, onde o risco de perdas irreversíveis de populações é muito grande, em extensas áreas. Para a conservação genética dessas espécies muito raras, e que têm as populações sob difícil controle e entendimento, devem ser definidos os tamanhos de

reservas genéticas. Tal afirmação se baseia no fato de que as populações das espécies raras ocupam áreas muito mais extensas do que as comuns, e se as primeiras estiverem conservadas, as últimas com mais segurança também estarão (KAGEYAMA & GANDARA, 1993).

As técnicas estudadas para a determinação da variabilidade genética de populações, tanto podem ser bioquímicas como de experimentação de campo. Dentre as técnicas mais utilizadas para se estudar a variabilidade genética de populações pode-se citar a de eletroforese em gel, que é aplicada a uma ampla diversidade de organismos incluindo fungos, bactérias, vertebrados, invertebrados e plantas (FALCÃO, 1984).

A variabilidade genética devido a diferenças nos alelos pode ocorrer em nível de espécies dentro de ecossistemas, em nível de populações dentro de espécies, e por último, em nível de indivíduos dentro de populações da espécie. A caracterização desses diferentes níveis de diversidade é imprescindível para o planejamento da conservação genética (KAGEYAMA, 1987).

Segundo SEBBENN et al. (1994), a variabilidade genética existente em uma população é a ferramenta básica do melhorista, e o conhecimento de sua distribuição entre e dentro de famílias de meios-irmãos é de fundamental importância para se definir as estratégias de melhoramento a serem aplicadas à população, sendo necessária a estimativa de seus parâmetros genéticos e não genéticos.

HAMRICK (1983), estudando variação genética em populações naturais, relata duas questões básicas: a primeira questão consiste na preocupação em se descrever níveis de variação genética conservadas dentro de populações ou espécies. Para abordarem a questão, geneticistas de populações vêm utilizando-se de técnicas de eletroforese, obtendo estimativas de variação gênica em populações de plantas e animais. Estas estimativas são em geral quantificadas em termos de números de locos

polimórficos por população, número efetivo de alelos por locos e média do número de locos heterozigotos por indivíduo; a segunda questão é de importância particular para a conservação dos recursos genéticos, desde o modo de distribuição da variação genética, tanto dentro como entre as populações. Portanto, para que seja feito um manejo adequado dos recursos genéticos, é de vital importância que se entenda como a variação genética se distribui, e quais características do ambiente ou da espécie influenciam na sua distribuição.

KAGEYAMA & GANDARA (1993) denominaram como manejo sustentado de uma espécie, a utilização dos recursos (madeira, frutos, sementes, palmito, etc.) de um conjunto de árvores da mesma, permitindo a continuidade de suas populações, tanto do ponto de vista demográfico como genético. A conservação genética de uma espécie implica no conhecimento da distribuição da variação genética entre e dentro de suas populações, assim como a sua variação no tempo, para que se possa compreender toda a variabilidade existente no trabalho de conservação. Ainda segundo os autores, as espécies muito comuns seriam mais adequadas para o manejo racional e as espécies muito raras poderiam ser referência para a conservação. As poucas espécies exploradas por manejo racional são as muito comuns, tais como *Euterpe edulis* e *Euterpe oleraceae*; porém, pesquisas vêm sendo realizadas com *Cedrela fissilis* e *Couratari guianensis* como indicadores para tamanhos de reserva genética e prioritárias para pesquisas genéticas.

Segundo KAGEYAMA & PATIÑO-VALERA (1985), a estrutura genética da maior parte das espécies florestais apresentam uma considerável variação entre e dentro de populações, devido ao fluxo de genes através da dispersão de pólen e sementes, que são de grande importância para a formação da estrutura de uma espécie.



MARTINS (1987) observou que a estrutura populacional de uma espécie é resultante da ação e das interações de uma série de mecanismos evolutivos e ecológicos, sendo os principais componentes estruturais de uma população o sistema reprodutivo, o fluxo de genes, a variação cariotípica, a variação genética, o padrão de distribuição geográfica, a dispersão local, os componentes da história vital, a heterogeneidade ambiental e a plasticidade fenotípica, sendo que estes componentes se interrelacionam em diferentes graus e levam as populações a várias estratégias de adaptação.

O sucesso de um programa de melhoramento genético, ou de um método de amostragem de população para a conservação genética, vai depender, segundo PIRES (1984), da magnitude da variação genética disponível na população e do sistema reprodutivo da espécie.

NAMKOONG et al. (1980) descreveram que a biologia reprodutiva das espécies e o histórico da diversificação seletiva podem afetar a distribuição dos genes e provocar a existência de subdivisões em populações naturais.

HAMRICK (1983) citou que, em espécies vegetais, algumas características influem na distribuição da variação genética como a população efetiva, a distribuição geográfica das espécies, o principal modo de reprodução, o sistema de cruzamento, o mecanismo de dispersão das semente e o modo social em que as espécies geralmente ocorrem. Quatro desses fatores (tamanho da população, modo de reprodução, sistema de cruzamento e dispersão de sementes) influenciam efetivamente o tamanho da população. Em espécies com pequenas populações, reprodução vegetativa e limitada dispersão de pólen e sementes, têm-se a expectativa de haver pouca variação dentro de populações e mais variação entre populações. Assim, espécies com limitada

distribuição ou colônias, poderiam ter expectativa de altos níveis de variação interpopulacional.

MARTINS (1987) descreveu que a estrutura populacional de uma espécie (características genéticas e demográficas) é o resultado da ação e das interações de uma série de mecanismos evolutivos e ecológicos.

Para KAGEYAMA (1990a) a grande diversidade dos modos de reprodução das espécies tropicais, caracterizando-as como de reprodução cruzada, demonstra a importância de se considerar outras alternativas de mecanismos de reprodução, sem se prender entre as formas de polinização cruzada e autopolinização, em relação à manutenção de certas espécies, principalmente as consideradas raras na floresta. Fenômenos como autocompatibilidade, apomixia, e um certo grau de autofecundação, mesmo em espécies predominantemente alógamas, podem ser muito importantes para a manutenção de certas espécies.

Segundo KAGEYAMA (1983), as espécies florestais apresentam longas gerações e os diversos genes agem de forma irregular no decorrer dos estádios do desenvolvimento da planta, sendo que os genótipos comportam-se diferentemente conforme as condições do ambiente. Sendo assim, os parâmetros genéticos só devem ser aplicados a uma população na idade observada e nas condições ambientais a que estão sujeitas.

Espécies tropicais são potencialmente alógamas, porém pouco se sabe sobre o fluxo gênico, subdivisão dentro das populações e o tamanho efetivo das populações (KANASHIRO, 1992). Do ponto de vista prático, estes dados são imprescindíveis, tanto para o manejo de florestas naturais, para o melhoramento genético em programas de plantações, como para a conservação genética (Bawa et al. 1989,

Bawa & Krugman 1991, Kageyama 1990, Kanashiro 1991, citados por KANASHIRO, 1992).

2.6. Determinação da variabilidade genética

2.6.1 Considerações gerais

A determinação da variabilidade genética baseia-se no controle dos caracteres utilizados na seleção, sendo fundamental para a elaboração de estratégias eficientes de melhoramento. Os parâmetros genéticos populacionais como a herdabilidade, repetibilidade e correlação genética, estão entre os mais relevantes.

Segundo NAMKOONG et al. (1980), os métodos de melhoramento se fundamentam na existência de uma variabilidade genética, na qual aplicada uma determinada intensidade de seleção, representa ganhos em produtividade nas próximas gerações. Sabendo-se que os genes se interagem de forma muito mais complexa do que anteriormente se acreditava, o melhoramento florestal pode ainda utilizar modelos genéticos simples para a maioria dos caracteres herdados quantitativamente. Ainda, segundo os autores, a ligação entre os genes e a epistasia afetam profundamente a ação do gene, que é bastante complexa, e muito pode ser alcançado com o conceito básico de locus independentes, em que os genes segregam de forma independente.



2.6.2. Testes de progênes

A utilização de ensaios de progênes tem sido um procedimento comum para determinar o valor reprodutivo dos indivíduos selecionados, a estimativa de parâmetros genéticos e a seleção através de sua transformação em pomares de sementes por mudas. Tais ensaios instalados a partir de sementes de polinização livre ou de cruzamentos controlados são instrumentos muito utilizados pelos melhoristas florestais (KEIDING, 1974).

Segundo KAGEYAMA & DIAS (1985), os testes de procedência e progênes têm sido a forma mais comum para avaliar a variação genética entre e dentro de populações. Para KANASHIRO (1992), ensaio de progênie é o passo inicial de um programa de melhoramento, uma vez que se comparam várias populações e/ou progênes dentro das populações para avaliar as possíveis diferenças de comportamento silvicultural que estejam ligadas às respectivas diferenças genéticas. NAMKOONG (1986) citou que estes ensaios podem inferir sobre a estrutura genética em diferentes níveis e orientar decisões práticas no programa de melhoramento e conservação genética. Uma vez que a avaliação é feita através de características fenotípicas, a repetição destes ensaios em diferentes locais é importante para avaliar também uma possível interação genótipo-ambiente (KANASHIRO, 1992).

Os testes de progênes constituem uma forma de conservação genética *ex situ*, sendo a variabilidade restrita ao uso de curto prazo e de utilização imediata, sem preocupar-se com a evolução e as relações com outras espécies. Os testes de progênes se prestam para dar informações a respeito do controle genético de algumas características silviculturais de importância econômica ou adaptativa (KAGEYAMA, 1987; DVORAK et al., 1996).



COTTERILL & JAMES (1984), através de ensaio de testes de progênes, recomendam a utilização entre 10 a 20 indivíduos por família e 1 ou 2 indivíduos por parcela para a avaliação de cada família. Outros estudos avaliam que entre 10 e 30 famílias por população seriam necessárias para a obtenção de informações representativas sobre a variabilidade genética das populações (CALLAHAN, 1963; KEMP, 1976; NAMKOONG et al., 1980). Observa-se, no entanto, que o uso de um número maior de progênes, como ocorre em milho (>100) e eucalipto (>50) é uma garantia, a mais, para que não ocorra problemas de se obter estimativa de variâncias negativas.

2.6.3. Parâmetros genéticos

VENCOVSKY (1969) mencionou que as estimativas dos parâmetros genéticos são interessantes para se obter informações sobre o tipo de ação dos genes em caracteres quantitativos, indicar a forma de seleção mais adequada, além de estimar o progresso esperado na seleção.

KAGEYAMA et al. (1977) citaram que a estimativa de parâmetros de uma população, visando o melhor conhecimento do controle genético das características sob seleção, são altamente importantes dentro do programa de melhoramento. A variação genética e principalmente sua parte aditiva, mostra, para uma determinada característica, o potencial da população para fins de seleção e melhoramento.

As estimativas de parâmetros genéticos possibilitam, segundo KAGEYAMA (1980), a obtenção de informações sobre os ganhos com estratégias alternativas para o melhoramento genético, com as quais permite conhecer a natureza da

ação gênica envolvida na herança dos caracteres estudados, estabelecendo com isso as bases para a definição dos programas de melhoramento da população, direcionando assim a novos enfoques nos programas.

A variância genotípica e seus componentes aditivo e não aditivo, os componentes de herdabilidade no sentido amplo e restrito e as interações genótipo x ambiente, juntamente com as correlações genéticas entre características, são os parâmetros genéticos de maior interesse no estudo do melhoramento florestal e que estão envolvidos nos estudos de progênes (COCKERHAM, 1963, KAGEYAMA, 1980).

 FALCONER (1981) citou que a estimativa de parâmetros genéticos, através de testes de progênes, possibilita o desdobramento da variação total e a estimativa de seus componentes, permitindo que se conheça a estrutura genética do material em estudo. A variância genética aditiva é a principal causa da semelhança entre parentes, constituindo-se no melhor indicador da variabilidade genética existente em uma população e sua resposta à seleção. A herdabilidade de um caráter quantitativo, que se define como o quociente entre variância genética aditiva e a variância fenotípica, é uma de suas propriedades mais importantes, pelo seu papel preditivo, expressando a confiabilidade do valor fenotípico como indicação do seu valor reprodutivo. Ainda, segundo o autor, a herdabilidade não é uma propriedade de um caráter unicamente, mas também da população e das circunstâncias ambientais a que estão sujeitos os indivíduos que a compõem. Estimar a herdabilidade é fundamental para os programas de melhoramento, pois permite a predição dos ganhos genéticos e auxilia a determinação da escolha do método de melhoramento mais adequado. Porém, deve-se ressaltar que a herdabilidade depende dos componentes de variância e qualquer alteração afetará seu valor.

SQUILLACE (1967) observou que as estimativas de herdabilidade são incrementos importantes no planejamento de programas de melhoramento florestal, pois participam no julgamento da quantidade de esforço relativo que deve ser despendido em cada característica a ser melhorada. Sendo esta de total interesse para a seleção em espécies florestais, que em função do seu longo ciclo e de suas características específicas, a ênfase é dada aos métodos de seleção, e não para os métodos de melhoramento.

RESENDE et al. (1995) ressaltaram que a herdabilidade diz respeito à proporção relativa das influências genéticas e ambientais na manifestação fenotípica dos caracteres, indicando o grau de facilidade ou de dificuldade para se melhorar determinados caracteres. Caracteres com herdabilidade baixa, demandarão métodos de seleção mais elaborados do que caracteres com herdabilidade alta.

A correlação genética entre caracteres demonstra o grau de associação genética entre eles, quantificando as influências que determinados caracteres exercem sobre outros. Quando houver correlação genética alta, a alteração em um caracter, via seleção, promoverá alterações significativas em outros caracteres correlacionados (RESENDE et al., 1995).

VENCOVSKY (1978) citou que a correlação devida a causas genéticas, e que mede a associação genética entre as duas características, interfere ou participa na seleção, sendo causada por efeitos pleiotrópicos dos genes ou então por falta de equilíbrio de ligação. Já o ambiente é uma causa de correlação nos casos em que dois caracteres estejam sendo influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais.

O estudo de correlações entre caracteres de importância agrônômica tem sido realizado em trabalhos de melhoramento por servir de base para o melhorista decidir sobre o material que deve ser selecionado ou descartado (FALCONER, 1981; BOVI et al., 1991), sendo que a preocupação não é melhorar caracteres isolados, mas um

conjunto de caracteres simultaneamente (FALCONER, 1981). A determinação dos componentes da produção e suas associações com outros caracteres contribuem para definir a estratégia a ser adotada num programa de melhoramento (SIMMONDS, 1979).

Observando este aspecto, BOVI et al. (1991) destacaram que no caso de plantas perenes, como o palmito (*Euterpe edulis*), este estudo permite antecipar sobremaneira a obtenção de resultados pelo encurtamento de ciclos de seleção.

SNEDECOR & COCHRAN (1974) observaram que a associação entre caracteres pode ser benéfica ou não ao melhoramento de uma população, visto que a seleção para uma característica pode aumentar ou diminuir a expressão de outras características de interesse, dependendo das correlações existentes entre eles. Correlações simples são algumas vezes suficientes para esclarecer relações entre características importantes do ponto de vista do melhoramento genético. Por outro lado, o carácter de interesse pode estar relacionado com outros pela ação de múltipla interdependência. Neste caso, o uso de correlações parciais pode ajudar a determinar a associação de interesse.

Diante dos resultados de correlação utiliza-se da metodologia do coeficiente de caminhamento que, segundo PAIVA et al. (1982), auxilia o melhorista na visualização do efeito direto que um carácter causa no outro e os efeitos indiretos dos outros caracteres relacionados.



3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

As sementes de aroeira foram obtidas a partir de 10 árvores de polinização livre, procedentes do município de Petrolina - PE. As de candiúba, canafistula e jerivá foram coletadas na região de Ilha Solteira - SP. Já as de eucalipto foram cedidas pelo Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais - IPEF, sendo provenientes de uma área de produção de sementes (APS) em Restinga - SP. As mudas das espécies florestais que fazem parte do experimento foram produzidas em sacos plásticos, no Viveiro da Companhia Energética de São Paulo - CESP, em Ilha Solteira - SP. A caracterização do local de procedência das coletas de sementes de cada uma das espécies envolvidas na experimentação é apresentada na Tabela 1.

TABELA 1. Latitude, longitude, altitude (m), clima, precipitação média anual (PMA) e temperatura média anual (TMA) dos locais de procedência das espécies.

Espécie	Local	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)	Altitude (m)	Clima	PMA (mm)	TMA (°C)
Aroeira	Petrolina-PE	9°09'	40°22'	365,5	Bsh'w	400	26
Eucalipto	Restinga-SP	20°33'	47°26'	1.035	Cwa	1.550	19,1
Outras*	Ilha Solteira SP	22°25'	51°21'	310	Aw	1.232	24,5

* *Canafistula*, *candiúba* e *jerivá*.

3.2. Métodos

3.2.1. Instalação do experimento

A instalação do experimento foi realizada no dia 7 de dezembro de 1992, na Fazenda de Ensino e Pesquisa (FEP) da Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (FEIS/UNESP) localizada no município de Selvíria - MS, em um solo do tipo Latossolo Vermelho Escuro de textura argilosa. As progênies de aroeira foram plantadas no espaçamento de 3,0 x 3,0 metros, o mesmo ocorrendo em relação as espécies pioneiras (eucalipto e candiúba) e não pioneiras (aroeira, canafistula e jerivá). O croqui com o modelo de espaçamento das espécies encontra-se no apêndice. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, tendo como parcelas, 7 (sete) sistemas de plantio, denominados da seguinte forma: CA (aroeira x candiúba); EU (aroeira x eucalipto); CF (aroeira x canafistula); AS (aroeira x aroeira); CAJ (aroeira x candiúba x jerivá); EUJ (aroeira x eucalipto x jerivá); CFJ (aroeira x canafistula x jerivá), com 3 repetições. As subparcelas, de forma linear, foram constituídas por 10 (dez) famílias de aroeira, sendo que cada família foi representada por 6 (seis) plantas, em cada uma das repetições.



3.2.2. Coleta de Dados

Os caracteres silviculturais avaliados, aos quatro anos e seis meses após o plantio, foram: (a) altura total (m); (b) diâmetro médio da copa (m); (c) forma do fuste, (d) número de ramificações em relação ao fuste principal; (e) densidade da casca (g/cm^3); (f) diâmetro do fuste, com casca, a 30 cm do solo (cm); (g) espessura da casca a 30 cm do solo (mm). Estas avaliações tiveram por base o trabalho de MORAES (1992).

Para a forma do fuste, optou-se por avaliar a sua altura até início da formação da copa, obedecendo-se a seguinte escala de notas:

- 1 = altura do fuste até a copa de $0 < h \leq 50$ cm do solo;
- 2 = altura do fuste até a copa de $50 < h \leq 100$ cm do solo;
- 3 = altura do fuste até a copa de $100 < h \leq 150$ cm do solo;
- 4 = altura do fuste até a copa de $150 < h \leq 200$ cm do solo;
- 5 = altura do fuste até a copa > 200 cm do solo;

Outra medida realizada e utilizada em conjunto com a anterior foi quanto a tortuosidade do fuste, variando em uma escala de 1 a 5, onde:

- 1 = tortuosidade muito intensa na região próxima ao solo;
- 2 = tortuosidade intensa mas distribuída pelo tronco;
- 3 = árvore com tortuosidade moderada por toda a sua extensão;
- 4 = tortuosidade suave ao longo do tronco;
- 5 = fuste reto.



Assim, a nota da forma do fuste corresponde a soma da nota da altura do fuste até a copa mais a tortuosidade do fuste. Para efeito de análise da variância, os dados de forma foram transformados em $\sqrt{x}$. Salienta-se, aqui, que esta foi uma proposta para análise da forma do fuste de árvores nativas, mas a sua eficiência está sujeita a teste de distribuição normal dos erros associados.

A coleta de dados silviculturais teve início em junho de 1997, com a medição da altura total das árvores de aroeira, seguindo-se da medição do diâmetro médio da copa e número de ramificações em relação ao fuste principal. Os dados da forma do fuste foram coletados em seguida como pode ser verificado nas etapas descritas anteriormente. As características diâmetro do fuste e espessura da casca, foram coletadas em um mesmo momento, pois foram analisados os materiais retirados a 30 cm do solo. A característica densidade da casca (DCA) ficou vinculada a espessura da casca (ESPC), devido ao cálculo necessário a sua obtenção através da fórmula:

$$DCA = \frac{Ps}{V};$$

Onde:

Ps = Peso seco;

$$V = \text{Volume} = \frac{\pi}{4}(1,22)^2 ESPC;$$

1,22 = Diâmetro constante do material coletado.

A espessura da casca foi medida com paquímetro, retirando-se uma parte da casca a altura de 30 cm do solo com a ajuda de um cilindro. A partir desse cilindro foi

medido o diâmetro da casca retirada para posterior cálculo de volume. A casca foi retirada, medida a espessura, e colocada em saco de papel, onde o material, após cada coleta diária foi levado ao laboratório, e colocado em estufa a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, até peso constante.

Os caracteres nutricionais (g/kg): N; P; K, Ca, Mg e S nas folhas de aroeira, foram avaliados seguindo recomendações de TRANI et al. (1983) e de MALAVOLTA et al. (1997).

Para a análise nutricional, coletou-se as folhas da aroeira no terço médio da copa em quatro direções, aos 58 meses após o plantio, que em seguida foram colocadas para secar em estufa de circulação de ar a 65°C , para posterior moagem. A análise das folhas foi feita no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Solos e Engenharia Rural da FEIS/UNESP.

Com o objetivo de fazer uma caracterização do local, foi realizada análise química e física do solo, retirando-se amostras dos sistemas de plantio a 3 profundidades (0-20; 20-40 e 40-60 cm), como pode ser observado nas Tabelas 1A e 2A. Analisando-se os resultados obtidos nas análises físicas e químicas do solo, verifica-se que o mesmo tem boa capacidade para receber espécies florestais e formar pastagem, porém, em uma cultura anual expressiva como o milho, seria necessário fazer calagem, adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, e adubação de cobertura com nitrogênio.

3.2.3. Estimativas de parâmetros genéticos e estatísticos

3.2.3.1. Análise de variância das características

As estimativas de parâmetros genéticos para as características quantitativas (silviculturais e nutricionais) foram avaliadas em nível de média e totais de parcelas, respectivamente, baseando-se em KAGEYAMA (1980) e VENCOVSKY & BARRIGA (1992). As fontes de variação obedeceram a um modelo misto, tendo sistemas de plantio como efeito fixo e progênies (famílias) como efeito aleatório.

Assim, o modelo matemático adotado, tendo por base STEEL & TORRIE (1980), ficou sendo o seguinte:

$$Y_{ijk} = m + r_i + s_j + c_{ij} + p_k + (ps)_{ik} + e_{ijk} \quad (1)$$

onde:

Y_{ijk} é a observação na progênie k , no sistema de plantio j , na repetição i ;

m é a média geral;

r_i é o efeito da repetição i , onde $i = 1, \dots, r$;

s_j é o efeito do sistema de plantio j ; onde $j = 1, \dots, s$;

p_k é o efeito da família k , onde $k = 1, \dots, p$;

c_{ij} e e_{ijk} são erros experimentais associados às parcelas e subparcelas, respectivamente;

$(ps)_{ik}$ é o efeito da interação entre sistemas de plantio e progênies.

Na Tabela 2 é apresentado o esquema de análise de variância adotado para estimar os parâmetros genéticos.

TABELA 2. Esquema da análise de variância utilizada na análise de cada característica, mostrando os graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM), esperança dos quadrados médios (EQM) e valor do teste F para as diferentes fontes de variação (FV).

F.V.*	G.L.*	Q.M.	E.(Q.M.)**	F
Repetições	$r - 1$	Q_1	$(1/\bar{n}) \frac{2}{d} + \frac{2}{e} + p \frac{2}{c} + + ps \frac{2}{r}$	Q_1/Q_3
Sistemas de Plantio (S)	$s - 1$	Q_2	$(1/\bar{n}) \frac{2}{d} + \frac{2}{e} + p \frac{2}{c} + + rk \frac{2}{ps} + rp \frac{\sum s^2}{s-1}$	$\frac{Q_2 + Q_6}{Q_3 + Q_5}$
Erro (a)	$(r - 1)(s - 1)$	Q_3	$(1/\bar{n}) \frac{2}{d} + \frac{2}{e} + p \frac{2}{c}$	-
Progênies (P)	$p - 1$	Q_4	$(1/\bar{n}) \frac{2}{d} + \frac{2}{e} + rs \frac{2}{p}$	Q_4/Q_6
P x S	$(s - 1)(p - 1)$	Q_5	$(1/\bar{n}) \sigma \frac{2}{d} + \sigma \frac{2}{e} + rk \sigma \frac{2}{ps}$	Q_5/Q_6
Erro (b)	$s(p - 1)(r - 1)$	Q_6	$(1/\bar{n}) \sigma \frac{2}{d} + \sigma \frac{2}{e}$	-
Dentro	-	Q_7	$\sigma \frac{2}{d}$	-

*: r = repetições; s = sistemas de plantio; p = progênies; **: $k = (s/s-1)$; $\sigma \frac{2}{e}$ = variância do erro; $\sigma \frac{2}{p}$ = variância entre famílias; $\sigma \frac{2}{ps}$ = variância da interação $P \times S$;

$\sigma \frac{2}{d}$ = variância dentro



3.2.3.2. Estimativa dos parâmetros genéticos

As estimativas das variâncias do erro ($\hat{\sigma}_e^2$), da interação ($\hat{\sigma}_{ps}^2$), entre família ($\hat{\sigma}_p^2$), dentro ($\hat{\sigma}_d^2$), aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), fenotípica em nível de plantas ($\hat{\sigma}_F^2$) e em nível de médias de progênes ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$), e de seus respectivos coeficientes de variação foram obtidas a partir dos quadrados médios de progênes, da interação sistema de plantio x progênie, do erro e dentro de progênie, baseando-se em KAGEYAMA (1980) e VENCOVSKY & BARRIGA (1992).

$$\hat{\sigma}_d^2 = Q_7 \quad (2)$$

$$CV_d = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_d^2}}{\bar{x}} \quad (3)$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = Q_6 - \frac{Q_7}{\bar{n}} \quad (4)$$

$$CV_e = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_e^2}}{\bar{x}} \quad (5)$$

$$\hat{\sigma}_{ps}^2 = \frac{Q_5 - Q_6}{rk} \quad (6)$$

$$CV_{ps} = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_{ps}^2}}{\bar{x}} \quad (7)$$

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{Q_4 - Q_6}{rs} \quad (8)$$

$$CV_g = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\bar{x}} \quad (9)$$

$$\hat{\sigma}_A^2 = 4\hat{\sigma}_p^2 \quad (10)$$

$$\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_{ps}^2 + \hat{\sigma}_p^2 \quad (11)$$

$$CV_F = \frac{100\sqrt{\sigma_F}}{\bar{x}} \quad (12)$$

$$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = \frac{Q_4 + k(Q_5 - Q_6)}{sr} \quad (13)$$

$$CV_{\bar{F}} = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2}}{\bar{x}} \quad (14)$$

Também foram estimados os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas individuais ($\hat{h}^2$):

$$\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_F^2} \quad (15)$$

Em nível de média de parcelas ($\hat{h}_{\bar{x}}^2$):

$$\hat{h}_{\bar{x}}^2 = \frac{1/4\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2} \quad (16)$$

Em nível de plantas dentro de parcelas ($\hat{h}_d^2$):

$$\hat{h}_d^2 = \frac{3/4\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_d^2} \quad (17)$$

3.2.3.4. Análise de covariância e estimativa de correlações

As análises de covariância envolvendo pares das características avaliadas foram realizadas segundo o método de Kempthorne (1966), citado por GERALDI (1977). Esse método permite obter estimativas de covariância utilizando-se apenas o processo de análise de variância.

Na Tabela 3 é apresentado o esquema de análise de covariância adotado para calcular os parâmetros genéticos.

TABELA 3. Esquema da análise de covariância a ser utilizada na análise de cada uma das características quantitativas, tendo como fonte de variação (F.V.): família (p), interação progênes x sistemas de plantio (p x s), erro e dentro.

FV	QM _x	QM _y	QM _{x+y}	PM	E(PM)
P	-	-	-	PM _p	$(1/\bar{n})\text{COV}_d + \text{COV}_e + r\text{sCOV}_p$
P x S	-	-	-	PM _{ps}	$(1/\bar{n})\text{COV}_d + \text{COV}_e + rk\text{COV}_{ps}$
ERRO	-	-	-	PM _e	$(1/\bar{n})\text{COV}_d + \text{COV}_e$
DENTRO	-	-	-		COV_d

Onde: QM = quadrado médio; E(QM) = esperança do quadrado médio; PM = produto médio; E(PM) = esperança do produto médio; COV_p = covariância entre progênes; COV_e = covariância entre parcelas; COV_d = covariância dentro de parcelas; COV_{ps} = covariância da interação progênie x sistemas de plantio; $\bar{n}$ = número de plantas por parcela (média harmônica); r = número repetições; a = número de sistemas de plantio; P x S = interação sistema de plantio x família; k = (s/s-1).

3.2.3.5. Estimativa de correlações genéticas

As equações utilizadas para estimar as variâncias genéticas e fenotípicas, em nível de média de parcelas, no esquema de parcelas subdivididas, foram obtidas de KAGEYAMA (1980).

O produto médio de famílias (PM_p), da interação progênie x sistema de plantio (PM_{ps}) e do erro (PM_e), foram calculados para poder obter as estimativas de covariância.

$$PM_p = \frac{QM_{(x+y)} - QM_x - QM_y}{2} \quad (18)$$

$$PM_{ps} = \frac{QM_{(x+y)} - QM_x - QM_y}{2} \quad (19)$$

$$PM_e = \frac{QM_{(x+y)} - QM_x - QM_y}{2} \quad (20)$$

Covariância entre progênies $\left(\hat{C}OV_{P(x,y)} \right)$

$$\hat{C}OV_{P(x,y)} = \frac{PM_p - PM_e}{sa} \quad (21)$$

Covariância genética aditiva entre x e y $\left(\hat{CÔV}_{A(x,y)} \right)$

$$\hat{CÔV}_{A(x,y)} = 4\hat{CÔV}_p \quad (22)$$

As correlações genéticas e fenotípicas em nível de média de progênes, entre pares de características em estudo, foram obtidas a partir dos produtos médios das análises de covariâncias, conforme KAGEYAMA (1980).

Correlação genética aditiva entre x e y $\left(r_{A(x,y)} \right)$

$$r_{A(x,y)} = \frac{\hat{CÔV}_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{Ax}^2 \hat{\sigma}_{Ay}^2}} \quad (23)$$

3.2.3.7. Estimativa do coeficiente de caminhamento

Os coeficientes de correlação genotípica entre os caracteres silviculturais permitiram conhecer os efeitos diretos e indiretos dessas características sobre a altura da planta, o mesmo acontecendo entre os caracteres nutricionais que permitiram conhecer esses efeitos sobre o nitrogênio, através dos coeficientes de caminhamento (*path analysis*), conforme metodologia apresentada por CRUZ & REGAZZI (1994). Na obtenção das estimativas do coeficiente de caminhamento foi utilizado o programa “GENES”, desenvolvido por CRUZ (1997).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises de variância

As estimativas dos parâmetros estatísticos obtidos da população de aroeira (*M. urundeuva*) procedente de Petrolina, PE, através das análises individuais em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, avaliada aos quatro anos e seis meses de idade, para as características silviculturais: (ALT) - Altura total da planta (m); (DMC) - diâmetro médio da copa (m); (FORM) - forma do fuste, (NRMS) - número de ramificações em relação ao fuste principal, (D30) - diâmetro do fuste com casca (cm) a 30 cm do solo; (ESPC) - espessura da casca (mm) a 30 cm do solo; (DCA) - densidade da casca (g/cm^3); e nutricionais (g/kg): (N) – nitrogênio, (P) – fósforo, (K) - potássio, (Ca) - cálcio, (Mg) - magnésio e (S) - Enxofre são apresentados na Tabela 4.

Os resultados obtidos para o coeficiente de variação experimental variaram de 7,26 a 23,98%, respectivamente para as características densidade da casca e cálcio, apresentando uma média de 15,13%. Isso demonstra um resultado homogêneo entre as características estudadas, com maior precisão principalmente para as características densidade da casca e nitrogênio (7,26 e 7,95%, respectivamente). Ao comparar os resultados de coeficiente de variação experimental com a literatura, verifica-se semelhança aos trabalhos de MORAES (1992) que avaliou 14 características em um plantio com 2 populações de aroeira aos 3,5 anos, sendo que a média encontrada para as

características, para cada população, foi respectivamente de 15,38 e 14,69%; e no trabalho com 2 populações de aroeira, sendo que aos 4 anos de plantio e analisando a característica altura da planta, MORAES et al. (1992) também obtiveram resultados médios próximos aos encontrados nesse trabalho (14,57 e 12,14%). Além disso esses dados apresentam-se numa faixa intermediária comparando-se à literatura. KAGEYAMA et al. (1992) analisaram a altura em diversas espécies consorciadas e obtiveram resultados aos 2 anos, para altura, entre 13,3 e 40,7%, para a característica diâmetro da base os resultados variaram em 4,9 e 42,1%, e para a característica diâmetro da copa, os valores estiveram entre 27,2 e 40,1%, sendo que para essa última característica citada, os resultados do presente trabalho estiveram abaixo dos valores citados pelo autor, para as demais características (altura e diâmetro da base), os resultados apresentaram-se intermediários. SIQUEIRA et al. (1993) obtiveram valores superiores para a característica altura em trabalho com 5 procedências de cumbaru aos 5 anos, que variaram de 12,71 a 30,55%. Entretanto, VITTI et al. (1992), pesquisando a altura de *Esenbeckia leiocarpa* aos 3 anos, obtiveram média de 16,58%, e ETTORI et al. (1996), analisando a altura do ipê-roxo, obtiveram resultados aos 4 anos para as duas procedências estudadas de 9,91 e 12,94, semelhantes a esse trabalho.

Excetuando-se a espessura da casca e conteúdo de enxofre, todas as características mostraram diferenças significativas entre progênies, pelo teste F (Tabela 4). Esta é a primeira evidência da existência de variabilidade genética entre progênies.

Na característica altura total da planta, o valor médio de 2,96 m constata que houve um Incremento Médio Anual (IMA) de 0,66 m. Resultado semelhante foi observado por NOGUEIRA (1977), com um I.M.A. de 0,62 m. LIMA et al (1982) encontraram um I.M.A. de 0,57 m em Petrolina – PE. Por outro lado, GARRIDO (1981), NOGUEIRA et al (1982), FAO (1986), e MORAES et al. (1992) , este último



trabalhando com um teste de progênie com duas populações, e FREITAS et al (1997) obtiveram respectivamente 1,07, 0,99, 1,28, 0,97 e 0,92, e 0,95 m de I.M.A. Os resultados obtidos nesse trabalho aparecem como intermediário em relação aos ensaios verificados anteriormente.

A aroeira muitas vezes pode apresentar um crescimento inicial rasteiro e um ano depois seu crescimento pode acelerar. O inverso pode acontecer, com um crescimento inicial rápido e uma diminuição na altura no ano seguinte devido a inclinação do ramo. Esse crescimento desordenado pode ser causado pelos diferentes sistemas de plantio (puros e mistos) e os diferentes espaçamentos utilizados nesses sistemas, apresentando dados com grandes diferenças na fase inicial de desenvolvimento, o que justifica a observação feita por diversos autores quanto à necessidade de se prolongar os estudos obtendo-se dados mais concretos quanto à variabilidade genética das espécies.

Os resultados nutricionais obtidos na Tabela 4 assemelham-se aos de MORAES (1992), com 2 populações de aroeira, aos 3,5 anos, assim como os resultados obtidos por MENDONÇA et al.(1998), porém inferiores aos dados obtidos por BARBOSA (1994), sendo que esses autores analisaram as folhas da aroeira com menos de 1 (um) ano de idade. RADOMSKI et al. (1992) encontraram resultados semelhantes para avaliação de nutrientes em folhas de erva-mate. Esses dados são comparados na Tabela 11A.

Os quadrados médios dos resultados obtidos nas análises de variância das sete características silviculturais: altura da planta, diâmetro médio da copa, diâmetro do fuste a 30 cm do solo, número de ramos, espessura da casca, densidade e forma do fuste, são apresentados na Tabela 3A.



TABELA 4. Parâmetros estatísticos, para as características silviculturais e nutricionais estudados na população de aroeira de Petrolina - PE, estimados aos quatro anos e seis meses de idade, em Selvíria - MS.

Caract	$\bar{X}^{(1)}$	"F"	CV _{exp} (%)
ALT (m)	2,96	5,55*	12,35
DMC (m)	1,86	1,96**	14,89
FORM	5,90	3,76*	9,41
NRMS	5,51	4,33*	21,75
D30 (cm)	3,76	2,34**	13,53
ESPC (mm)	0,22	1,15 ^{ns}	13,97
DCA (g/cm ³)	0,59	2,18**	7,26
N (g/kg)	25,8	3,48*	7,95
P (g/kg)	1,8	3,53*	15,38
K (g/kg)	13,9	2,84*	17,31
Ca (g/kg)	7,4	2,36**	23,98
Mg (g/kg)	3,2	3,44*	18,56
S (g/kg)	1,2	1,79 ^{ns}	15,23

$\bar{X}^{(1)}$: média geral da população; "F" : obtido para o efeito de tratamentos (famílias); CV_{exp}: coeficiente de variação experimental em %.

O comportamento das progênes quanto às características silviculturais pode ser verificado através dos resultados obtidos de "F" das análises de variância apresentadas na Tabela 5. Observa-se que ocorreu diferença significativa entre família para todas as características, com exceção da característica espessura de casca. Verificou-se com isso que, para as características silviculturais, as progênes

apresentaram variabilidade genética. Entre os sistemas de plantio, através dos dados coletados, e os resultados obtidos de "F", as características silviculturais apresentaram-se diferentes significativamente, excetuando-se as características densidade da casca e forma do fuste.

TABELA 5. Estimativas de "F" obtidas através de Análises de Variância para as sete características silviculturais estudadas, envolvendo as famílias de aroeira (P), nos diferentes sistemas de plantio (S), aos quatro anos e seis meses de idade, em Selvíria, MS.

FV	Características						
	ALT	DMC	DF30	NRMS	ESPC	DCA	FORM
Rep	2,74 ^{ns}	2,74 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,27 ^{ns}	10,68*	5,89**	8,17**
Sist (S)	6,31**	15,23**	13,63**	5,18**	20,69**	1,07 ^{ns}	5,02**
Fam (P)	5,55*	1,96**	2,34**	4,33*	1,15 ^{ns}	2,18**	3,76*
P x S	1,22 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,42 ^{ns}	0,95 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,26 ^{ns}

FV: Fonte de variação; * e **: estimativas de F significativas aos níveis de 5 e 1% de significância, respectivamente.

Quanto às observações de campo, o melhor desempenho ocorreu no sistema de plantio formado pela aroeira, canafistula e o jerivá, demonstrando um equilíbrio entre essas três espécies de diferentes ciclos de sucessão, cujas características de vegetação são representativas dessa região. A interação entre sistema de plantio e família não mostrou diferenças significativas para todas as características, indicando que as famílias de aroeira tiveram um desempenho semelhante nos diversos sistemas.

Os quadrados médios obtidos nas análise de variância das seis características nutricionais: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, são apresentados na Tabela 4A.

Os valores de "F" obtidos através dos resultados de análise de variância para as seis características nutricionais, são apresentados na Tabela 6.

Observa-se que ocorreu diferença significativa entre família para todas as características nutricionais, com exceção do enxofre. Entre os sistemas de plantio não ocorreu diferença significativa para as características. Também não ocorreu significância na interação sistema de plantio x família, nesse caso, as famílias de aroeira tiveram uma performance relativa semelhante dentro dos diferentes sistemas de plantio; constatando-se com isso a ocorrência de variabilidade genética entre as progênies quanto aos caracteres nutricionais.

TABELA 6. Estimativas de "F" obtidas nas Análises de Variância para as seis características nutricionais, envolvendo as famílias de aroeira (P), nos diferentes sistemas de plantio (S), aos quatro anos e seis meses de idade, em Selvíria, MS.

FV	Características					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Rep	5,75**	6,88**	3,68 ^{ns}	5,13**	2,54 ^{ns}	1,70 ^{ns}
Sist (S)	0,81 ^{ns}	0,19 ^{ns}	1,63 ^{ns}	0,95 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,18 ^{ns}
Fam (P)	3,48*	3,53*	2,84*	2,36**	3,44*	1,79 ^{ns}
P x S	0,73 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,91 ^{ns}	1,08 ^{ns}

FV: Fonte de variação; * e **: estimativas de F significativas aos níveis de 5 e 1% de significância, respectivamente.

4.2. Estimativa de variâncias genéticas e fenotípicas e seus respectivos coeficientes de variação e herdabilidade

As estimativas da variância do erro ($\hat{\sigma}_e^2$), variância genética entre famílias ($\hat{\sigma}_P^2$), variância da interação entre o sistema de plantio e família ($\hat{\sigma}_{P \times S}^2$) variância fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$) e da variância fenotípica média ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$) das características silviculturais e nutricionais são apresentadas nas tabelas 5A e 6A, respectivamente. Tais estimativas proporcionaram a realização dos cálculos das estimativas dos parâmetros genéticos apresentados na Tabela 7.

Observa-se na Tabela 7 que o controle genético das características estudadas, na média geral, foram baixos. Tal fato pode estar ligado a baixa idade da aroeira (quatro anos e seis meses) em que se coletou os dados, e ao fato dessa espécie alcançar uma idade mais avançada devido a sua classificação (secundária tardia), sendo que nessa etapa de desenvolvimento a árvore não amadureceu o suficiente para apresentar todas as suas características genéticas. Fato semelhante foi observado por MORAES (1992) coletando dados aos três anos e seis meses de idade em duas populações de aroeira. Para KAGEYAMA (1980), apesar de existir restrições para estimativas de parâmetros genéticos em idades precoces em espécies florestais, muitas avaliações ocorrem em ensaios jovens. O acompanhamento dos dados em idades adultas é de suma importância para maior segurança das estimativas. Análise feita por SIQUEIRA et al. (1993) constataram que, apesar de possuírem dados de 13 anos de idade do Cumbaru, existe a necessidade de prolongar os testes de conservação dos recursos genéticos, permitindo que se conheça melhor a estrutura genética das populações amostradas.



Para os dados obtidos para índice de seleção ($\hat{b}$), verifica-se que este variou de 0,08 a 0,46, para as características espessura da casca e altura da planta, respectivamente, com uma média geral de 0,28. Tal índice, quanto mais próximo de 1,00 (um), segundo VENCOVSKY (1987), melhor é a característica para seleção. Assim, se o estudo fosse dirigido ao melhoramento genético da espécie, visando a seleção de progênies para a produção, as características principais a serem selecionadas seriam altura de planta e número de ramos em relação ao tronco principal.

Para estimar a herdabilidade, no sentido restrito, utilizou-se três níveis: $\hat{h}^2$, em nível de plantas; $\hat{h}_x^2$, em nível de médias por parcela; e $\hat{h}_D^2$, em nível de plantas dentro de parcela. Ao lado de cada nível de herdabilidade está presente seu coeficiente de variação fenotípico correspondente.

A partir desses dados é possível obter o ganho de seleção, em porcentagem, para cada característica através da fórmula: $\hat{G}_S (\%) = k \cdot CV_F \cdot \hat{h}^2$, onde k corresponde ao diferencial de seleção estandardizado em unidades de desvio padrão da característica que está sendo selecionada (VENCOVSKY, 1987).

O valor médio obtido das características estudadas para o coeficiente de variação genético foi de 4,29%, semelhante aos dados obtidos por MORAES (1992) com 4,68 e 3,61% em plantio de duas populações de aroeira aos 3,5 anos. Para a característica altura, o resultado estimado foi de 5,75%, o qual apresentou-se inferior aos valores obtidos por SIQUEIRA (1995) com 6,45%, mas superior aos resultados de MORAES et al. (1992) que obtiveram em duas populações de aroeira 3,30 e 3,11%, respectivamente, aos 4 anos de plantio. O mesmo ocorreu nos trabalhos realizados por ETTORI et al. (1996) onde ficou evidenciado uma baixa variação entre as progênies através da característica altura de planta aos 5 anos em 2 procedências de ipê-roxo (2,02

e 4,28%, respectivamente). SIQUEIRA et al. (1993) obtiveram resultados superiores de CVg (entre 5,00 e 14,39%) para o cumbaru na característica altura aos 5 anos em diferentes locais de ensaio, sendo que os autores observaram que esses coeficientes tendem a decrescer com a idade. Valores superiores também foram encontrados por outros autores, como no trabalho de SAMPAIO & VENTURIERI (1990), onde os dados de altura aos 3 anos resultaram em um coeficiente de variação genético de 30,65% para *Copaifera multijuga*, 27,50% para *Hymemaea courbaril*, 16,94% para *Apuleia leiocarpa*, e 23,50% para *Hymenolobium* sp, sendo as duas primeiras espécies classificadas como secundárias tardias, e a altura aos 3 anos, de três procedências de *Esenbeckia leiocarpa*, estudada por VITTI et al. (1992), cujos resultados foram de 17,60; 19,21 e 14,31%. Outros resultados obtidos por diversos autores podem ser verificados na Tabela 9A.

A expressão da variação entre plantas dentro de famílias, determinada pelo coeficiente de variação dentro de progênes (CV_D), apresenta valor médio de 61,72%, sendo que o menor valor foi de 9,73% e o maior valor de 225,90%, respectivamente para as características silviculturais espessura da casca e forma do fuste. Como pode ser visto, o resultado médio obtido nesse trabalho, apresentado para as características estudadas são superiores, quando comparados ao trabalho de MORAES (1992), analisando diversas características de 2 populações de aroeira e que resultaram respectivamente em 22,85 e 24,76%, onde o autor ressalta a hipótese de não ocorrência de apomixia nas populações estudadas, sendo que se este fenômeno ocorresse, haveria uma variação muito baixa dentro das progênes. Para a análise simples de altura da planta, o resultado obtido foi de 26,90%, e como pode ser visto, apresenta-se intermediário aos resultados apresentados por diversos autores. KAGEYAMA (1990), estudando altura de diversas espécies nativas, obteve média de 22,29%. Resultados de



altura aos 5 anos do cumbaru obtidos por SIQUEIRA et al. (1993) em diversos locais variaram de 13,84 a 49,25%. ETTORI et al. (1996) analisando a altura em ipê-roxo, obtiveram coeficiente de variação dentro de progênes médio de 16,22 e 20,66%, respectivamente para dois locais de estudo; verificando-se valores inferiores e superiores citados por SAMPAIO & VENTURIERI (1990) para altura aos 3 anos de *Copaifera multijuga*, *Hymenaea courbaril*, *Apuleia leiocarpa* e *Hymenolobium sp*, que variaram de 21,01 a 38,99%. VITTI et al. (1992) obtiveram resultado médio de 32,92% para altura de três populações de *E. leiocarpa* aos 3 anos. E por fim, resultados obtidos por KAGEYAMA et al. (1992), analisando a variância de diferentes grupos sucessionais, obteve resultado aos 2 anos para altura da planta variando de 13,3 e 40,7%; para o diâmetro da base os dados variaram de 4,9 e 42,1%; e para o diâmetro da copa, os dados variaram entre 27,2 e 40,0, mostrando que os resultados obtidos nesse trabalho estiveram presentes nos intervalos obtidos pelo autor para as características citadas.

A herdabilidade, em nível de média de parcelas, foram mais altas que em nível de plantas e em nível de plantas dentro de parcelas. Esse resultado demonstra que a seleção, com base nas parcelas, deve ser mais efetiva que nas demais.

A média de herdabilidade de 0,05 ficou abaixo dos valores encontrados por MORAES (1992) que obteve, para as 2 populações de aroeira, as médias de 0,15 e 0,10 para as 14 características estudadas. Quanto à característica altura de planta, os resultados obtidos nesse trabalho, de 0,17, apresenta-se superior ao resultado apresentado pelo autor citado, que foram de 0,05 e 0,10, não sendo representativo o bastante para se aplicar atualmente um estudo mais apurado de melhoramento, baseado em seleção massal.



TABELA 7. Estimativas de alguns parâmetros genéticos e fenotípicos, para as características quantitativas estudadas na população de Petrolina - PE, estimados aos quatro anos e seis meses de idade, em Selvíria - MS.

Caract	$\hat{b}^*$	CV_G	CV_F	$\hat{h}^2$	$CV_{\bar{F}}$	$\hat{h}_x^2$	CV_D	$\hat{h}_D^2$
ALT	0,46	5,75	28,22	0,17	6,45	0,79	26,90	0,14
DMC	0,21	3,19	26,07	0,06	4,35	0,54	23,56	0,05
D30	0,25	3,42	25,78	0,07	4,34	0,62	24,08	0,06
NRMS	0,40	8,66	52,34	0,11	10,28	0,71	51,01	0,09
FORM	0,23	3,27	32,98	0,04	4,68	0,49	32,12	0,03
ESPC	0,08	1,18	205,81	<0,01	3,20	0,13	225,60	<0,01
DCA	0,23	1,72	11,60	0,09	2,35	0,53	9,73	0,09
N	0,34	2,73	32,74	0,03	3,13	0,76	34,80	0,02
P	0,35	5,34	80,62	0,02	6,30	0,72	86,63	0,01
K	0,30	5,12	61,21	0,03	6,11	0,70	64,38	0,02
Ca	0,25	6,11	82,58	0,02	7,93	0,59	86,51	0,02
Mg	0,34	6,26	70,03	0,03	7,35	0,72	73,85	0,02
S	0,19	2,95	59,69	0,01	4,53	0,42	63,18	0,01
$\bar{X}$	0,28	4,29	59,21	0,05	5,46	0,59	61,72	0,04

(*) $\hat{b}$: índice de seleção = CV_G/CV_{EXP} ; CV_G : coef. de var. genético; CV_F : coef. de var. fenotípico; $\hat{h}^2$: herdabilidade no sentido restrito, em nível de plantas; $CV_{\bar{F}}$: coef. de var. fenotípico, em nível de média de famílias; $\hat{h}_x^2$: herdabilidade, no sentido restrito, em nível de média de parcelas; CV_D : coef. de var. fenotípico dentro de famílias; $\hat{h}_D^2$: herdabilidade, no sentido restrito, em nível de plantas dentro de parcelas.

MORAES et al (1992) obtiveram para a característica altura de planta para 2 populações de aroeira, aos 4 anos, a média de 0,08 e 0,07, e SIQUEIRA (1995), uma herdabilidade de 0,26, colocando o resultado obtido nesse trabalho como intermediário.

Outras espécies florestais apresentam, para a característica altura, herdabilidade de 0,13 a 0,70 em 5 procedências do cumbaru (SIQUEIRA et al., 1993); 0,05 a 0,09 para 2 procedências de ipê-roxo (ETTORI et al, 1996); e variação de 0,68 a 0,85 para 3 procedências de *Esenbeckia leiocarpa* (VITTI et al, 1992).

A média de 0,59 obtida para a herdabilidade, em nível de média de parcelas, foi superior aos dados encontrados por MORAES (1992) para 2 populações de aroeira, com 0,24 e 0,18; o mesmo acontecendo para a análise individual da característica altura, onde o autor obteve médias de 0,09 e 0,24; e MORAES et al. (1992) com 2 populações de aroeira, obtiveram médias de herdabilidade de altura de 0,13 e 0,16.

Verificou-se uma média para as características estudadas de 0,04 para a herdabilidade, em nível de plantas dentro de parcelas. Valor superior foi encontrado por MORAES (1992) com 2 populações de aroeira de 0,16 e 0,10. Ao comparar-se a característica altura, os valores se aproximam, sendo que nesse trabalho, a média da característica foi de 0,14, e a apresentada por MORAES (1992) foi de 0,05 e 0,09; e 0,09 e 0,06 para o trabalho com aroeira de MORAES et al. (1992).



4.3 Estimativas das correlações genéticas

As estimativas dos coeficientes de correlação genética entre os caracteres silviculturais, são apresentados na Tabela 8. Os caracteres diâmetro do fuste a 30 cm do solo, e forma do fuste apresentaram-se positivamente correlacionados com a altura da planta. O número de ramos e a espessura da casca a 30 cm do solo estão associados negativamente com a característica altura da planta. Nesse trabalho foi detectado associação genética muito baixa entre as características diâmetro da copa e densidade da casca com a altura da planta.

TABELA 8. Estimativas de correlações genéticas entre 7 caracteres silviculturais relativas as médias das dez progênes de aroeira, aos quatro anos e seis meses de plantio.

	ALT	DMC	NRMS	DF30	ESPC	DCA	FORM
ALT	1,00	0,16	-0,74	0,94	-1,72*	0,07	0,50
DMC		1,00	-0,06	0,36	-0,98	0,51	1,77*
NRMS			1,00	-0,82	2,53*	0,34	-0,79
DF30				1,00	-2,94*	-0,14	0,66
ESPC					1,00	1,43*	-1,59*
DCA						1,00	-0,17
FORM							1,00

* As estimativas superiores a 1,00 ou -1,00 foram considerados iguais a 1,00 ou -1,00, no estudo dos efeitos diretos e indiretos do coeficiente de caminhamento.

Os efeitos diretos e indiretos de seis características tratadas como variáveis causais da altura da planta são apresentados na Tabela 9. A altura da planta apresentou alta correlação com a forma do fuste e com o diâmetro do fuste a 30 cm do solo; baixas correlações com o diâmetro médio da copa e densidade da casca; e correlações altas e negativas foram observadas quanto ao número de ramos e a espessura da casca.

O diâmetro médio da copa apresentou um valor direto baixo e negativo sobre a altura da planta, assim como uma baixa correlação, que foi positiva devido a ação indireta do diâmetro do fuste a 30 cm do solo e da densidade da casca.

O número de ramos teve um efeito direto baixo e negativo sobre a altura da planta, sendo que a maior influência positiva indireta foi dada pela espessura de casca, porém a correlação foi altamente negativa.

O efeito direto da característica diâmetro do fuste a 30 cm do solo sobre a altura foi medianamente alto, e que, juntamente com o efeito indireto da característica número de ramos resultou em uma correlação final altamente positiva.

Valor baixo positivo foi verificado no efeito direto da característica espessura de casca a 30 cm do solo em relação à altura da planta, porém, os efeitos indiretos do diâmetro do fuste a 30 cm do solo, número de ramos e forma do fuste, proporcionaram uma correlação muito alta e negativa.

A característica densidade da casca causou um efeito direto baixo, assim como a correlação, proporcionados pelos efeitos indiretos das características espessura da casca a 30 cm do solo e forma do fuste.

O efeito direto da característica forma apresentou-se baixo e negativo. A média correlação apresentada foi positiva e se deu principalmente devido ao efeito



indireto do diâmetro do fuste a 30 cm do solo, medianamente alto e positivo, e do número de ramos.

TABELA 9. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos (diagonal) e indiretos (fora da diagonal) para os seguintes pares de caracteres: altura de planta (ALT) vs. diâmetro médio da copa (DMC), número de ramos (NRMS), diâmetro do fuste a 30 cm do solo (DF30), espessura de casca a 30 cm do solo (ESPC), densidade da casca (DCA) e forma (FORM).

	DMC	NRMS	DF30	ESPC	DCA	FORM	ALT
DMC	-0,04	0,01	0,40	-0,17	0,05	-0,09	0,16
NRMS	-0,11	0,01	-0,91	0,17	0,03	0,07	-0,74
DF30	1,11	-0,02	0,09	-0,17	-0,01	-0,06	0,94
ESPC	0,17	0,04	-0,11	-1,11	0,10	-0,09	-1,00
DCA	0,10	-0,02	-0,04	-0,16	0,17	0,02	0,07
FORM	-0,09	-0,04	0,08	0,73	-0,17	-0,01	0,50

Obs.: A leitura dos efeitos indiretos é feita na horizontal; A última coluna refere-se a correlação entre altura da planta e as demais características.

As estimativas dos coeficientes de correlação genética entre os caracteres nutricionais, combinados dois a dois, são apresentados na Tabela 10. A característica enxofre apresentou-se positivamente correlacionado com o nitrogênio, indicando uma estreita associação entre essas características. O fósforo apresentou-se moderadamente

correlacionado, e os nutrientes magnésio e potássio tiveram uma representação muito baixa na correlação com a característica nitrogênio. O único nutriente com correlação negativa apresentada foi o cálcio, porém baixa.

TABELA 10. Estimativas de correlações genéticas entre 6 caracteres nutricionais estudados, relativas as médias das dez progênes de aroeira, aos quatro anos e seis meses de plantio.

	N	P	K	Ca	Mg	S
N	1,00	0,79	0,12	-0,24	0,19	1,43*
P		1,00	0,57	-0,37	0,04	1,17*
K			1,00	-0,76	-0,89	0,22
Ca				1,00	1,03*	-0,51
Mg					1,00	0,17
S						1,00

* As estimativas superiores a 1,00 ou -1,00 foram considerados iguais a 1,00 ou -1,00, no estudo dos efeitos diretos e indiretos do coeficiente de caminhamento.

Os efeitos diretos e indiretos de cinco características tratadas como variáveis causais do nitrogênio na planta são apresentados na Tabela 11. O efeito direto da característica nutricional fósforo sobre o nitrogênio foi alto, assim como a correlação, apesar dos efeitos indiretos negativos das características potássio, cálcio e magnésio.

Valor altamente negativo pode ser observado no efeito direto da característica potássio em relação ao nitrogênio, entretanto, os efeitos indiretos do

fósforo e do magnésio altamente positivos, proporcionaram uma correlação positiva, porém baixa.

A característica cálcio causou um efeito direto moderadamente alto, em contrapartida a correlação foi baixa e negativa devido aos efeitos indiretos das características fósforo, enxofre, e principalmente o magnésio.

TABELA 11. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos (diagonal) e indiretos (fora da diagonal) para os seguintes pares de caracteres: nitrogênio (N) vs. fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S).

	P	K	Ca	Mg	S	N
P	1,65	-0,90	-0,36	-0,06	0,46	0,79
K	0,94	-1,58	-0,75	1,41	0,10	0,12
Ca	-0,61	1,20	0,98	-1,58	-0,23	-0,24
Mg	0,07	1,40	0,22	-1,58	0,08	0,19
S	1,66	-0,35	-0,50	-0,27	0,46	1,00

Obs: A leitura dos efeitos indiretos é feito na horizontal; a ultima coluna refere-se a correlação entre altura da planta e as demais características.

O efeito direto da característica magnésio, assim como foi verificado no potássio, apresentou-se altamente negativa, porém, todas as características indiretas apresentaram-se positivas, obtendo-se uma correlação baixa, mas positiva entre esses caracteres.

O enxofre apresentou um efeito positivo medianamente alto sobre o nitrogênio. As características indiretas que apresentaram-se negativas também foram

baixas, como o potássio, cálcio e magnésio, porém o efeito indireto do fósforo resultou em uma correlação altamente positiva

PAIVA et al. (1982) observam que a análise de coeficiente de caminhamento fornece um quadro diferente da análise do coeficiente de correlação simples.

Verifica-se uma influência direta e indireta entre os resultados obtidos nas características silviculturais do diâmetro do fuste a 30 cm do solo diferenciado em relação a altura.

Entre as características nutricionais, o potássio e o magnésio tiveram influência, tanto direta como indireta, na característica nitrogênio. Observou-se entre as características nutricionais que o fósforo mostrou efeito direto positivo, inclusive com uma alta correlação positiva, e efeito indireto marcante na característica nitrogênio

4.4. Sistemas de plantio

Pode-se destacar que o desenvolvimento da aroeira entre os diferentes sistemas de plantio, no geral foi satisfatório. A disposição da espécie principal, intercalada pelas espécies consorciadas foi elaborada a partir de incursões às matas remanescentes da região, onde buscou-se informações sobre as espécies que ocorriam próximas a ela e cuja combinação na área de origem permitisse a essa espécie obter um bom nível de desenvolvimento. Além destas espécies, optou-se por cultivar o eucalipto como espécie pioneira, considerando que o mesmo apresenta rápido crescimento e poderia possibilitar ao silvicultor um retorno econômico rápido, diminuindo assim os custos com a implantação da aroeira. A partir disso algumas combinações foram levadas



a campo para se determinar qual delas realmente daria um maior incremento à planta principal (aroeira), preservando-a e permitindo a obtenção de outros produtos, que não só de uma espécie tão longa, e com isso tentando descobrir a melhor maneira de cultivá-la, possibilitando adaptar os seus hábitos aos conhecimentos disponíveis sobre associação entre espécies arbóreas de vários estágios de sucessão. Assim, o que pode se observar é que as espécies consorciadas apresentam em relação a aroeira um bom ganho de crescimento, e que elas podem realmente compensar o cultivo consorciado, como é o caso do jerivá, uma espécie produtora de palmito, utilizada em recomposição florestal, mas que vem apresentando um grande potencial como espécie ornamental com o aumento de seu comércio, onde projetos paisagísticos rodoviários consomem milhares de plantas. Municípios ornamentando praças, ruas e avenidas; indústrias, comércios e residências, apesar de consumirem em menor escala, o volume final de plantas comercializadas para esse fim apresenta-se significativamente maior, onde a robustez dessa espécie muitas vezes ultrapassa os 5 metros de altura. A canafistula também possui bom comércio, muito utilizada em construções civis, esta espécie tem feito um bom sombreamento à aroeira, inclusive sem afetar seu desenvolvimento, pelo contrário, tem favorecido e desponta seu consórcio junto com jerivá, apresentando um bom desempenho entre os sistemas. O eucalipto, apesar de não ser uma espécie nativa, apresentou também um bom desempenho quando cultivado em consórcio com a aroeira, e merece ser apreciado com mais atenção devido ao seu rápido crescimento, permitindo fazer cortes durante o desenvolvimento da espécie principal, o que o torna de grande interesse econômico. Por fim, a candiúba não apresenta tanta importância econômica, mas é indispensável em reconstituição de mata, pois observa-se que esta frutifica quase que o ano inteiro e é muito visitada por pássaros, além de produzir uma boa cobertura vegetal (sombra), porém, seu sombreamento não impede a aparição de plantas invasoras



como a brachiária e o colonião, podendo prejudicar o desenvolvimento da espécie principal.

As características analisadas nesse trabalho foram propostas no intuito de buscar diferentes formas para a avaliação das espécies nativas, pois as características normalmente analisadas são baseadas em espécies exóticas, as quais possuem desenvolvimento diferente e sua madeira destina-se principalmente às indústrias de celulose. Entretanto, é necessário observar que algumas formas de avaliação são dependentes da idade da planta, e podem variar entre as espécies, sendo necessário, nesses casos, uma adaptação das características estudadas.

As comparações entre as médias dos diferentes sistemas de plantio envolvendo as características silviculturais e nutricionais podem ser observadas nas Tabelas 12 e 13.



TABELA 12. Médias das características altura de planta (ALT), diâmetro médio da copa (DMC), número de ramos (NRMS), diâmetro do fuste a 30 cm do solo (DF30), espessura da casca a 30 cm do solo (ESPC), densidade da casca (DCA) e forma do fuste (FORM) de aroeira cultivada solteira (AS), e em consórcios com candiúba (CA), canafístula (CF), eucalipto (EU), candiúba e jerivá (CAJ), canafístula e jerivá (CFJ) e eucalipto e jerivá (EUJ), em Selvíria, MS.

Sistema de Plantio	Características						
	ALT (m)	DMC (m)	NRMS	DF30 (cm)	ESPC (mm)	DCA (g/cm ³)	FORM
AS	2,85 ab	2,24 a	7,73 a	4,34 a	0,29 a	0,55 a	4,90 b
CA	2,26 b	1,13 b	5,02 b	2,25 b	0,13 b	0,59 a	5,71 ab
CAJ	2,50 b	1,21 b	4,64 b	2,42 b	0,14 b	0,59 a	5,99 a
CF	3,60 a	2,07 a	4,60 b	4,40 a	0,23 a	0,62 a	6,41 a
CFJ	3,62 a	1,88 a	4,65 b	4,25 a	0,24 a	0,57 a	6,50 a
EU	3,00 ab	2,21 a	5,56 ab	4,15 a	0,24 a	0,63 a	5,92 ab
EUJ	2,90 ab	2,24 a	6,36 ab	4,54 a	0,27 a	0,59 a	5,78 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

TABELA 13. Médias das características nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) de aroeira cultivada solteira (AS), e em consórcios com candiúba (CA), canafistula (CF), eucalipto (EU), candiúba e jerivá (CAJ), canafistula e jerivá (CFJ) e eucalipto e jerivá (EUJ), em Selvíria, MS.

Sistema de Plantio	Características					
	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	S (g/kg)
AS	2,50 a	0,18 a	1,32 a	0,61 a	0,28 a	0,12 a
CA	2,67 a	0,18 a	1,48 a	0,71 a	0,34 a	0,12 a
CAJ	2,66 a	0,19 a	1,56 a	0,71 a	0,32 a	0,12 a
CF	2,57 a	0,19 a	1,57 a	0,90 a	0,33 a	0,13 a
CFJ	2,62 a	0,19 a	1,38 a	0,81 a	0,35 a	0,12 a
EU	2,53 a	0,17 a	1,24 a	0,68 a	0,30 a	0,11 a
EUJ	2,49 a	0,18 a	1,20 a	0,77 a	0,31 a	0,12 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que existe variabilidade genética na população de aroeira procedente de Petrolina - PE e plantada em Selvíria - MS, podendo ser feita a conservação genética *ex situ* deste material.

Houve concorrência entre as espécies estudadas e o sistema de plantio mais promissor foi aquele composto pela aroeira, canafístula e jerivá, ou seja, no processo de sucessão a canafístula, a aroeira e o jerivá estariam plantados respectivamente como secundária inicial, secundária tardia e clímax, num processo de crescimento harmônico entre as espécies.

Entre as características que mais se destacaram para uma eventual seleção têm-se a altura de plantas e o número de ramos em relação ao tronco principal.

As herdabilidades estimadas no sentido restrito em nível de plantas, em nível de média de parcelas e em nível de plantas dentro de parcelas apresentaram os maiores valores, entre as características silviculturais, para altura de planta. Entre os caracteres nutricionais, destaca-se o nitrogênio, demonstrando as formas de resposta à seleção dessas características.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARYA, S., BISHT, R.P., TOMAR, R., TOKY, O.P., HARRIS, P.J.C. Genetic variation in minerals, crude protein and structural carbohydrates of foliage in provenances of young plants of *Prosopis cineraria* (L.) Druce in India. **Agroforestry Systems**. v.29, n.1, p.1-7, 1995.
- BAGGIO, A.J. Establecimiento, manejo y utilizacion del sistema agroflorestal cercos vivos de *Gliricidea sepium* (Jacq.) Steud., en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, 1982. 90p. Dissertação (Mestrado) Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico.
- BARBOSA, Z. Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Aroeira do sertão). Lavras, 1994. 105p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- BARROS, D.P. Ensaio de espaçamento inicial para aroeira. **Silvicultura**, v.7, p.39-41, 1970.
- BARROSO, G.M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1984. v.2.



BOVI, M.L.A., GODOY Jr, G., SAES, L.A. Correlações fenotípicas entre caracteres da palmeira *Euterpe edulis* Mart. e produção de palmito. **Revista Brasileira de Genética**, v.14, n.1, p.105-21, 1991.

CALLAHAM, R.Z. Provenance research investigations of genetic diversity associated with geography 4. **Unasylva**, v.18, n.2/3, p.73-4, 1963.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Colombo, PR: Embrapa/CNPFlorestas, 1994. 640p.

CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926. v.3, p.443-4.

COCKERHAM, C.C. Estimations of genetic variances. In: HANSON, W.D., ROBINSON, H.F. (Ed). **Statistical genetics and plant breeding**. Washington: NAS/NRC, 1963, p.53-93.

COSTA FILHO, R.T. Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.) em resposta à calagem, fósforo e potássio. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, 2, 1992, São Paulo. **Anais...** v.4, p.537-43.

COTTERIL, P.P., JAMES, J.W. Number of offspring and plot sizes required for progeny tests in south Australia. **Australian Forest Research**, v.10, p.167-77, 1984.



COTTERILL, P.P. Numbers of families and progeny required for provenance testing.

Silvae Genetica, v.39, n.2, p.82-3, 1990.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New

York: Columbia University, 1981. p.805-9.

CRUZ, C.D., REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento**

genético. Viçosa: UFV, 1994, 390p.

CRUZ, C.D. Programa GENES; aplicativo computacional em genética e estatística.

Viçosa: UFV, 1997, 442p.

DRUMOND, M.A., LIMA, P.C.F., SILVA, H.D. **Efeito do grau de sombreamento**

na formação de mudas de essências florestais. Embrapa/IBDF, 1981. 186p.

(Relatório técnico anual).

DRUMOND, M.A. Potencialidade das essências nativas do trópico semi-árido.

Silvicultura em São Paulo, v.16, pt.2, p.766-81, 1982.

DRUMOND, M.A. Potencialidades das essências nativas do trópico semi-árido.

Silvicultura em São Paulo, v.16A, n.2, p.766-81, 1983.

DUBOIS, J. Características e distribuição geográfica das florestas naturais de folhosas

no Brasil. Reflorestamento para produção de madeira para serraria: tendências e

possibilidades. **Silvicultura em São Paulo**, v.7, p.111-26, 1970.



DVORAK, W.S., DONAHUE, J.K., HODGE, G.R. Fifteen years of *ex situ* gene conservation of Mexican and central american forest species by the CAMCORE cooperative. **Forest Genetic Resources**, n.24, p.15-21, 1996.

ENCICLOPÉDIA de plantas brasileiras: a mais bela flora tropical do mundo. São Paulo: Editora Três, 1988. v.2, 300p.

ETTORI, L.C., SIQUEIRA, A.C.M.F., SATO, A.S., CAMPOS, O.R. Variabilidade genética em populações de ipê-roxo – *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. – para conservação *ex situ*. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, v.8, n.1, p.61-70, 1996.

FALCÃO, T.M.M.A. **Variabilidade genética em populações naturais: quantificação e manutenção**. Ribeirão Preto, 1984. 49p. (Monografia) Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

FALCONER, D.S. **Introdução a genética quantitativa**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1981, 279p.

FAO. **Conservación in situ de los recursos fitogenéticos: bases científicas y técnicas**. Roma, 1984, 47p..

FAO. **Databook on endangered tree and shrub species and provenances**. Rome, 1986, p.116-25.



FERREIRA, M. **Escolha de espécies de eucalipto**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1979. 29p. (Circular Técnica, 47)

FLORSHEIM, S.M.B. **Variações da estrutura anatômica e densidade básica da madeira de árvores de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão (Anacardiaceae)**. Piracicaba, 1992, 252p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

FLORSHEIM, S.M.B., TOMAZELLO FILHO, M. **Dendrologia e anatomia da madeira de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & Allemão (Anacardiaceae)**. **Revista do Instituto Florestal**, v.6, p.75-85, 1994.

FONSECA, A.J., AGUIAR, A.V., MORAES, M.L.T., ANDRADE, J.A.C. **Teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., *Astronium fraxinifolium* e *Terminallia argentea* em consórcio**. **Genetics and Molecular Biology**, v. 21, n.3, p.254, 1998. (Suplemento).

FRAGA, M.V.G. **Ensaio de índice de dendrologia do Brasil**. **Arquivos do Serviço Florestal**, v.2, p. 69-156, 1946.

FREITAS, M.L.M., MORAES, M.L.T. **Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em diferentes sistemas de plantio. I. Avaliação da altura**. **Revista Brasileira de Genética**, v.20, n3, p.176, 1997. (Suplemento).



GARRIDO, M.A.O. **Caracteres silviculturais e conteúdo de nutrientes no folheto de alguns povoamentos puros e mistos de espécies nativas.** Piracicaba, 1981. 118p. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

GARRIDO, M.A.O., DOMINGOS, P.R., GARRIDO, L.M.A.G., DURIGAN, D. Pesquisa e experimentação com cinco espécies nativas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão, p.602-10.

GOLFARI, L., CASER, R., MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil.** Brasília: Prodepef, 1978. p.1-66 (Série Técnica, 11).

GURGEL GARRIDO, L.M.A., CRUZ, S.F., FARIA, H.H., GARRIDO, M.A.O., VILAS BOAS, O. Efeitos do sombreamento no crescimento da aroeira - *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Revista do Instituto Florestal**, v.9, n1, p.47-56, 1997.

HAMRICK, J.L. The distribution og genetic variation within and among natural plant populations In: SCHONEWALD-COX, C.M. et al. **Genetic and conservation.** Menlo Park: The Benjamim/cummings, 1983. p.335-48.

JANKOWSKY, I.P., CHIMELO, J.P., CAVALCANTE, A.A., GALINA, I.C.M., NAGAMURA, J.C.S. **Madeiras brasileiras.** Caxias do Sul: Spectrum, 1990. v.1, 172p.



KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em progênes de uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex.Maiden.** Piracicaba, 1980, 125 p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

KAGEYAMA, P.Y. **Seleção precoce a diferentes idades em progênes de *Eucalyptus grandis* (Hill.) Maiden.** Piracicaba, 1983. 147p. Tese (Livre Docência). Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo.

KAGEYAMA, P.Y. **Conservação "in situ" de recursos genéticos de plantas.** Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1987. p.7-37.

KAGEYAMA, P.Y. Genetic structure of tropical tree species of Brazil. In: BAWA, K.S.; HADLEY, M. (eds.), **Reproductive ecology of tropical forest plants.** Paris: Unesco, 1990^a

KAGEYAMA, P.Y. Plantações de essências nativas: florestas de proteção e reflorestamentos mistos. **Documentos Florestais**, v.8, p.1-9, 1990b.

KAGEYAMA,P.Y., CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, n.41/42, p.83-93, 1989.

KAGEYAMA, P.Y., DIAS, I.S. Aplicación de conceptos genéticos a espécies florestales nativas en Brasil. **Información sobre Recursos Genéticos Forestales**, v.13, p.2-10. 1985.



- KAGEYAMA, P.Y., GANDARA, F.B. Dinâmica de populações de espécies arbóreas: implicações para o manejo e a conservação. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 3, 1993, Serra Negra, v.2, p.1-9.
- KAGEYAMA, P.Y., PATIÑO-VALERA, F. Conservación y manejo de recursos geneticos forestales: Factores que influyen en la estructura y diversidad de los ecosistemas forestales. In: CONGRESSO FLORESTAL MUNDIAL. 9, 1985, México.
- KAGEYAMA, P.Y., BIELLA, L.C., PALERMO Jr., A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. *Anais... Campos do Jordão: SBS/SBEF*, 1990. p.109-18.
- KAGEYAMA, P.Y. et al. Consorcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio, SP. *Anais...2º CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS*, 2, 1992. p.527- 33.
- KAGEYAMA, P.Y., SPELTZ, R.M., SILVA, A.P., FERREIRA, M. Variação genética entre e dentro de progênies de *Pinus patula* Shiede e Deppe na região de Telemaco Borba, PR. *IPEF*, v.15, p.21-39, 1977.
- KANASHIRO, M. Genética e melhoramento de essências florestais nativas: aspectos conceituais e práticos. *Revista do Instituto Florestal*, v.4, p.1.168-78, 1992.



KEIDING, H. Selection of individual trees. In: FAO/ DANIDA Training course on forest tree improvement, Rome, FAO, p.165-75. 1974.

KEMP, J. Seed procurement for species and provenance research. In: BURLEY, J., WOOD, J.P. (Ed.). **A manual on species and provenance research with particular reference to the tropics**. Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1976. p.34-43

LACERDA, C.M.B. **Diversidade genética por isoenzimas em populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Freire F. & M.F. Allemão) Anacardiaceae no semi-árido**. Piracicaba, 1997. 139p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

LIMA, P.C., SOUZA, S.M., DRUMOND, M.A. Competição de espécies florestais nativas em Petrolina - PE. **Silvicultura em São Paulo**, v.16A, pt. 2, p.1139-48, 1982.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. p.149, 289, 340.

LORENZI, H. et al. **Palmeiras no Brasil nativas e exóticas**. Nova Odessa: Plantarum, 1996. 320p.



MAINIERI, C. **Manual de dendrologia das principais madeiras do Brasil.** s.l.: s.n., 1983. p.

MALAVOLTA, E., VITTI, E.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MARTINS, P.S. **Estrutura populacional, fluxo gênico e conservação "in situ".** Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1987, v.35 p.71-8.

MELLO, J.T., RIBEIRO, J.F., LIMA, L.G.F. Germinação de sementes de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.1, p.8-12, 1979.

MENDONÇA, A.V.R., VENTURIN, R.P., CARVALHO, J.G., BASTOS, A.R.R.,
Tores foliares de mudas de aroeira em função da relação Ca:Mg. In: FERTBIO, 1998, Caxambu. **Anais...**p.366.

MORAES, M.L.T. **Variabilidade genética por isoenzimas e caracteres quantitativos em duas populações naturais de aroeira *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão - Anacardiaceae (Syn: *Astronium urundeuva* (Fr. Allemão) Engler).** Piracicaba, 1992. 139p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.



MORAES, M.L.T., ANDRADE, J.A.C., KAGEYAMA, P.Y. Variabilidade genética entre populações de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em consórcio com candiúba (*Trema mycraantha* L.) **Revista Brasileira de Genética**, v.19, p.198, 1996.

MORAES, M.L.T., KAGEYAMA, P.Y., SIQUEIRA, A.C.M.F., KANO, N.K., CAMBUI, J. Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva* - (Fr. All). Engl - Anacardiaceae), **Revista do Instituto Florestal Brasileiro**, v.1, p.1241-5, 1992.

MORAES, M.L.T., OLIVEIRA, S.A., FREITAS, M.L.M., SÁ, M.E. Desempenho de sementes de duas populações de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Informativo ABRATES**, v.7, n.1/2, p.199, 1997.

NAMKOONG, G. Genetics and the forests of the future. **Unasylva**, v.38, n.152, p.2-18. 1986.

NAMKOONG, G., BARNES, R.D., BURLEY, J. A philosophy of breeding strategy for tropical forest trees. **Tropical Forest Papers**, v.16, p1-67, 1980.

NOGUEIRA, J.C.B. **Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas**. São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, 1977. (Boletim Técnico nº 24).

NOGUEIRA, J.C.B., SIQUEIRA, A.C.M.F., MORAIS, E., YWANE, M.S.S., Testes de progênies e procedências da aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.) **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v.40A, p.367-75, 1986.



NOGUEIRA, J.C.B., SIQUEIRA, A.C.M.F., MORAIS, E., COELHO, L.C.C.,
MARIANO, G. Conservação genética de essências nativas através de ensaios de
progênie/procedência. **Silvicultura**, v.8, n.28, 1983.

NOGUEIRA, J.C.B., SIQUEIRA, A.C.M.F., MORAIS, E., COELHO, L.C.C.,
MARIANO, G., KAGEYAMA, P.Y., ZANATTO, A.C.S., FIGLIOLIA, M.B.
Conservação genética de essências nativas através de ensaios de
progênie/procedência. **Silvicultura em São Paulo**, v.16A, pt.2, p.957-69, 1982

OLIVEIRA, G.S., VITORINO, A.C.T., FERNANDES, A.R., MELO, P.C.,
CARVALHO, J.G. Efeitos de doses de zinco no crescimento e nutrição da aroeira
(*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). In: FERTBIO, 1998, Caxambu. **Anais...** p.813.

PAIVA, J.R., ROSSETTI, A.G., GONÇALVES, P.S. Uso do coeficiente de
caminhamento no melhoramento da seringueira. **Pesquisa Agropecuária
Brasileira**, v.17, n.3, p.433-40, 1982

PAIVA, J.R. **Variabilidade genética em florestas tropicais** Piracicaba, 1988. 61p.
(Trabalho apresentado a disciplina "Tópicos Especiais de Melhoramento" do CPG
"Genética e Melhoramento de Plantas". Escola Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", Universidade de São Paulo).

PEREIRA, A.P. Características tecnológicas e silviculturais de 18 espécies nativas.
Silvicultura em São Paulo, v.16A, pt.2, p.1332-9, 1982.

- PIRES, I.E. **Variabilidade genética em progênes de uma população de algaroba** (*Prosopis juliflora* (Sw) DC. da região de Soledade, PB. Piracicaba, 94p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo..
- RADOMSKI, M.I., SUGAMOSTO, M.L., GIAROLA, N.F.B., CAMPIOLO, S. Avaliação dos teores de macro e micronutrientes em folhas jovens e velhas de erva-mate nativa. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992. p.453-6.
- RAMALHO, R.S. **Dendrologia**. Viçosa, UFV, 1973. 95p.(Apostila)
- RECORD, S.J., HESS, R.W. **Timbers of new world**. 4.ed. New Haven: Yale University Press, 1949. 640p.
- RESENDE, M.D.V., STURION, J.A., MENDES, S. **Genética e melhoramento da erva-mate** (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Colombo: Embrapa-CNPQ, 1995 3p. (Documentos, 25).
- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 294p.
- SAMPAIO, P.T.B., VENTURIERI, G.A. Variação entre e dentro de progênes de quatro leguminosas: *Copaifera multijuga* Hayne; *Hymenaea courbaril* Linn; *Apuleia leiocarpa* e *Hymenolobium* sp. In: CONGRESSO FLORESTAL

BRASILEIRO, 6, 1990, São Paulo. **Anais...**Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.633-5.

SANTIN, D.A. **Revisão taxonômica do gênero astronium jacq. e revalidação do gênero Myracrodruon FR. ALLEM. (Anacardiaceae).** Campinas, 1989. 178p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

SEBBENN, A.M., PIRES, C.L.S., STORCK, L., CUSTODIO FILHO, A., ROSA, P.R.F. Variação genética em progênies de meios-irmãos de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* Bar. et Gol. na região de Bebedouro, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v.6, n. único, p.63-73, 1994.

SHIMIZU, J.Y., KAGEYAMA, P.Y. HIGA, A.R. **Procedimentos e recomendações para estudos de progênies de essências florestais.** Curitiba: EMBAPA/ URPFCs, 1982. 34p.

SILVA, J.C. **Parâmetros da densidade na qualidade da madeira.** Piracicaba: ESALQ Departamento de Ciências Florestais, 1984. 82p. (Mimeogr.).

SILVA, L.B.X. Avaliação do comportamento inicial de diversas essências nativas e exóticas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1, 1978, Curitiba. **Anais...**Curitiba: 1978.



SILVA, L.B.X., TORRES, M.A.V. Reflorestamento misto x puro – Foz do Chopim (1979-1991) COPEL – Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, 1993 Curitiba, pg.602-10.

SIMMONDS, N.W. **Principles of crop improvement**. New York: Longman. 408p. 1979.

SIQUEIRA, A.C.M.F. **Conservação dos recursos genéticos de essências nativas**. 1995 (Relatório CNPq de Bolsa Pesquisa).

SIQUEIRA, A.C.M.F., NOGUEIRA, J.C.B., KAGEYAMA, P.Y. Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do Cumbaru (*Dipteryx alata*) Vog. – Leguminosae. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, v.5, n.2, p.231-43, 1993.

SNEDECOR, G.W., COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. Ames: Iowa State University Press, 1974. 593 p.

SQUILLACE, A.E. Heritability of juvenile growth rate and expected gain from selection in western pine. **Silvae Genética**, v.16, n.1, p.1-6, 1967.

STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.



TRANI, P.E., HIROCE, R., BATAGLIA, O.C. **Análise foliar: amostragem e interpretação.** Campinas: Fundação Cargill, 1983. 19p.

VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.E. (Coord.) **Melhoramento e genética.** São Paulo: Melhoramentos, 1969. p.17-37.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Coord.) **Melhoramento e produção de milho.** Piracicaba: Fundação Cargill, 1987. p.137-214.

VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VENTURIN, R.P., MENDONÇA, A.V.R., CARVALHO, J.G., BASTOS, A.R.R. Efeito da relação Ca:Mg no desenvolvimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). FERTBIO, 1998, Caxambu. **Anais...** p.367.

VITTI, A.P., KAGEYAMA, P.Y., COSTA, L.G.S., BILLA, A.D., SEGUESE, F., SILVA, F.F. Estrutura genética em populações de *Cecropia cinerea* e *Esenbeckia leiocarpa* plantadas segundo a sucessão secundária. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992. p.1.209-12.

WILLIS, J.C. **A dictionary of the flowering and terms.** 8.ed. Cambridge University Press, 1973. p.57.

XAVIER, A. **Variabilidade genética de óleo essencial e de crescimento em progênes de meio-irmãos de *Eucalyptus citriodora* Hook.** Viçosa, 1993. 72p. Tese (Magister Scientiae em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.

XAVIER, A., BORGES, R.C.G., PIRES, I.E., CRUZ, C.D. Variabilidade genética de óleo essencial e de crescimento em progênes de meio-irmãos de *Eucalyptus citriodora* HOOK. **Revista Árvore**, v.17, n.2, p.224-34, 1993.

YARED, J.A.G., CARPANEZZI, A.A., **Conversão de capoeira alta da Amazônia em povoamento de produção madeireira: o método do "recrû" e espécies promissoras.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1981. 27p. 1981. (Boletim de Pesquisa, 25).



APÊNDICE

TABELA 1A. Resultado da análise química do solo da área onde foram instalados os diferentes sistemas de plantio, Selvíria, MS.

Profundidade	Fósforo resina	Matéria orgânica	Índice de acidez	K	Ca	Mg	Acidez potencial H+Al	Alumínio	Soma de bases	CTC	Saturação de bases
Cm	(mg/dm ³)	(g/dm ³)	(pH CaCl ₂)				mmolc/dm ³				%
0 – 20	8	28	4,3	1,8	17	4	42	8,0	23	65	35
20 – 40	4	18	4,4	0,3	13	3	29	5,0	16	45	36
40 – 60	2	14	4,2	0,1	07	1	25	6,5	8	33	24



TABELA 2A. Resultado da análise granulométrica do solo da área onde foi instalado os diferentes sistemas de plantio, Selvíria, MS.

Profundidade (cm)	Argila	Areia	Silte
	(%)		
0 – 20	34,15	56,99	8,86
20 – 40	39,56	51,37	9,07
40 – 60	41,38	49,62	9,00

TABELA 3A. Quadrado médio obtido através dos resultados das Análises de Variância para as sete características silviculturais estudadas, envolvendo as 10 progênes nos diferentes sistemas de plantio, aos quatro anos e seis meses de idade.

FV	QUADRADO MÉDIO						
	ALT	DMC	D30	NRMS	ESPC	DCA	FORM
Rep	3,033252	1,107756	0,066285	7,82793	0,047504	0,130719	0,21443
Sist	7,874175	7,001217	29,00256	41,1601	0,109552	0,023891	0,67122
Erro	1,106258	0,403914	1,943616	6,17771	0,004448	0,022184	0,30807
Fam	0,740620	0,149834	0,607095	6,20919	0,001108	0,004038	0,14794
S x F	0,162271	0,060649	0,203767	2,03602	0,000892	0,001921	0,08138
Erro	0,133445	0,076278	0,259423	1,43292	0,000941	0,001856	0,07178

TABELA 4A. Quadrado médio obtido através dos resultados das Análises de Variância para as seis características nutricionais envolvendo as 10 progênies nos diferentes sistemas de plantio, aos quatro anos e seis meses de idade.

QUADRADO MÉDIO						
FV	N	P	K	Ca	Mg	S
Rep	12,29550	1,025591	14,899302	15,127855	0,335602	0,149381
Sist	1,562406	0,022238	6,700997	2,754629	0,170524	0,012766
Erro	2,139189	0,148941	4,042152	2,948569	0,132077	0,087834
Fam	1,460529	0,027582	1,649116	0,741573	0,169845	0,005912
S x F	0,305321	0,007677	0,428168	0,288984	0,030859	0,003568
Erro	0,419540	0,007783	0,581164	0,313578	0,034053	0,003301

TABELA 5A. Estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos, para as características silviculturais estudadas, envolvendo as progênes (famílias) de aroeira, nos diferentes sistemas de plantio, aos quatro anos e seis meses de idade.

Caracter	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_P^2$	$\hat{\sigma}_{PxS}^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$
ALT (m)	0,633444	0,02651	0,02891	0,00824	0,69711	0,03644
DMC (m)	0,190989	0,04386	0,00350	-0,00447	0,23388	0,00650
FORM	1,905698	-0,01339	0,04052	0,022634	1,955459	0,058449
NRMS	7,883846	0,01759	0,22744	0,17232	8,30119	0,32029
D30 (cm)	0,821615	0,11981	0,01656	-0,01590	0,94208	0,02664
ESPC (mm)	0,245433	-0,04115	6,69E-06	-1,4E-05	0,204273	4,95E-05
DCA (g/cm ³)	0,003333	0,001284	0,000104	1,85E-05	0,00474	0,000195

$\hat{\sigma}_d^2$ = estimativa da variância dentro; $\hat{\sigma}_e^2$ = estimativa da variância do erro; $\hat{\sigma}_P^2$ = estimativa da variância genética entre famílias; $\hat{\sigma}_{PxS}^2$ = estimativa da variância da interação entre o sistema de plantio e família; $\hat{\sigma}_F^2$ = estimativa da variância fenotípica; $\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$ = estimativa da variância fenotípica a nível de médias.

TABELA 6A. Comparação entre alguns parâmetros genéticos e fenotípicos, para as características nutricionais estudadas, envolvendo as progênes (famílias) de aroeira, nos diferentes sistemas de plantio, aos quatro anos e seis meses de idade.

Caracter	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_{p \times s}^2$	$\hat{\sigma}_F^2$	$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$
N (%)	0,804251	-0,094007	0,004955	-0,00326	0,61194	0,006487
P (%)	0,024695	-0,003397	9,38E-05	-3,3E-06	0,021389	0,00013
K (%)	0,80376	-0,077757	0,005085	-0,00437	0,72672	0,007228
Ca (%)	0,408209	-0,037647	0,002038	-0,0007	0,371896	0,00343
Mg (%)	0,054702	-0,005793	0,000393	-0,0001	0,049196	0,000542
S (%)	0,005672	-0,000629	1,23E-05	7,53E-06	0,005062	2,91E-05

$\hat{\sigma}_d^2$ = estimativa da variância dentro; $\hat{\sigma}_e^2$ = estimativa da variância do erro; $\hat{\sigma}_p^2$ = estimativa da variância genética entre famílias; $\hat{\sigma}_{p \times s}^2$ = estimativa da variância da interação entre o sistema de plantio e família; $\hat{\sigma}_F^2$ = estimativa da variância fenotípica; $\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$ = estimativa da variância fenotípica a nível de médias.

TABELA 7A. Produto médio da família, da interação progênie x sistema de plantio e do erro, para as sete características silviculturais estudadas, envolvendo as 10 progênies nos diferentes sistemas de plantio, ao quatro anos e seis meses.

	PM _F	PM _{PS}	PM _E
ALT x DMC	0,073021	0,039969	0,038436
ALT x D30	0,547169	0,1113	0,115152
ALT x NRMS	-1,39895	-0,04978	-0,14535
ALT x ESPC	-0,01101	0,003453	0,004846
ALT x DCA	-0,00037	0,00112	-0,0029
ALT x FORM	0,458431	0,136631	0,098354
DMC x DF30	0,158113	0,077005	0,099878
DMC x NRMS	0,007687	0,023127	0,04306
DMC x ESPC	0,00151	0,003114	0,004656
DMC x DCA	0,003718	-0,00186	-0,00273
DMC x FORM	0,443453	0,375825	0,000589
D30 x NRMS	-1,10266	0,037849	-0,04585
D30 x ESPC	-0,00866	0,009176	0,011879
D30 x DCA	-0,00883	-0,00379	-0,00505
D30 x FORM	0,411979	0,042996	0,052343
NRMS x ESPC	0,067863	0,004751	0,002307
NRMS x DCA	0,034273	-0,00273	-0,00049
NRMS x FORM	-1,76995	-0,35081	-0,18159
ESPC x DCA	0,00023	-0,00058	-0,00056
ESPC x FORM	-0,01577	0,000635	0,001614
DCA x FORM	-0,0025	0,004501	0,004999

TABELA 8A. Produto médio da família, da interação progênie x sistema de plantio e do erro, para as seis características nutricionais estudadas, envolvendo as 10 progênies nos diferentes sistemas de plantio, aos quatro anos e seis meses.

	PM _F	PM _{PS}	PM _E
N x P	0,013899	0,001698	0,002562
N x K	0,019157	0,007444	0,006955
N x Ca	-0,02556	-0,000058	-0,00978
N x Mg	0,00395	-0,0004	-0,00175
N x S	0,008379	0,000474	0,000937
P x K	0,01073	0,00194	0,00252
P x Ca	-0,00528	-0,00171	-0,00185
P x Mg	-0,00038	-0,00024	-0,00055
P x S	0,001005	0,000147	0,000166
K x Ca	-0,06405	-0,01025	-0,01258
K x Mg	-0,03001	-0,00426	-0,00354
K x S	0,001509	0,000454	0,000352
Ca x Mg	0,02346	0,002492	0,004022
Ca x S	-0,00237	-0,00066	-0,00068
Mg x S	0,000112	-0,0002	-0,00013

TABELA 9A. Estimativas de coeficiente de variação genético (CV_g) e herdabilidade em nível de média (h_x^2) para algumas características de espécies florestais nativas.

Espécie	Idade (anos)	Característica	CV_g	h_x^2	Fonte
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	-	Germinação	-	0,85 a 0,98	OLIVEIRA & FREITAS (1997)
	-	CE	-	0,99 a 0,98	
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	1	Altura	5,54 e 2,43		MORAES et al. (1993)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	3	Altura	4,82	-	FREITAS & MORAES (1997)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	3	Altura	12,07	0,65	FONSECA et al. (1998)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4	Altura	2,67 e 6,54	-	NOGUEIRA et al. (1986)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4	Altura	-	0,58 e 0,31	MORAES et al. (1996)
<i>Astronium urundeuva</i>	3,5	Altura	2,68 e 3,80	-	MORAES (1992)
		DMC	4,80 e 7,51	-	
<i>Astronium fraxinifolium</i>	1, 2 e 3	Altura	6,25	0,20	SOUZA et al. (1998)
		DAC	5,55	0,15	
		NRM	4,77		
<i>Astronium fraxinifolium</i>	-	Germinação	8,59	0,93	OLIVEIRA et al. (1998)
	-	CE	30,29	0,99	

CE = condutividade elétrica; DAC = diâmetro a altura do colo; DAP = diâmetro a altura do peito; NRM = números de ramos em relação ao tronco principal



TABELA 9A. Estimativas de coeficiente de variação genético (cv_g) e herdabilidade em nível de média (h_x^2) para algumas características de espécies florestais nativas (continuação).

<i>Araucaria angustifolia</i>	2	Altura	6,99 e 7,59	-	GIANNOTTI et al. (1982)
<i>Cariniana legalis</i>	3	Altura	0,00 e 0,14	-	SIQUEIRA et al. (1986)
		DAP	0,77 a 1,44	-	
<i>Cecropia cinerea</i>	5	Altura	3,53 a 4,03	-	VITTI et al. (1992)
<i>Cecropia</i> sp	2	Altura	0,90	-	KAGEYAMA et al. (1993)
<i>Dipteryx alata</i>	5	Altura	15,00 a 13,08	-	SIQUEIRA et al. (1993)
		DAP	6,28 a 14,70	-	
<i>Esenbeckia leicocarpa</i>	3		14,31 a 19,21	-	VITTI et al. (1992)
<i>Myroxilon peruiferum</i>	1	Altura	10,80	-	KAGEYAMA et al. (1993)
<i>Tabebuia vellosi</i>	7	Altura	9,14 e 5,32	-	ETTORI et al. (1995)
		DAP	16,07 e 7,12	-	
<i>Tabebuia vellosi</i>	9	Altura	13,97	-	ETTORI et al. (1995)
		DAP	20,30	-	

CE = condutividade elétrica; DAC = diâmetro a altura do colo; DAP = diâmetro a altura do peito; NRM = números de ramos em relação ao tronco principal



TABELA 10A. Estimativas de parâmetros genéticos (CV_g e h_2) resultantes das análises de variância de altura da aroeira de diferentes procedências e idades (SIQUEIRA, 1995).

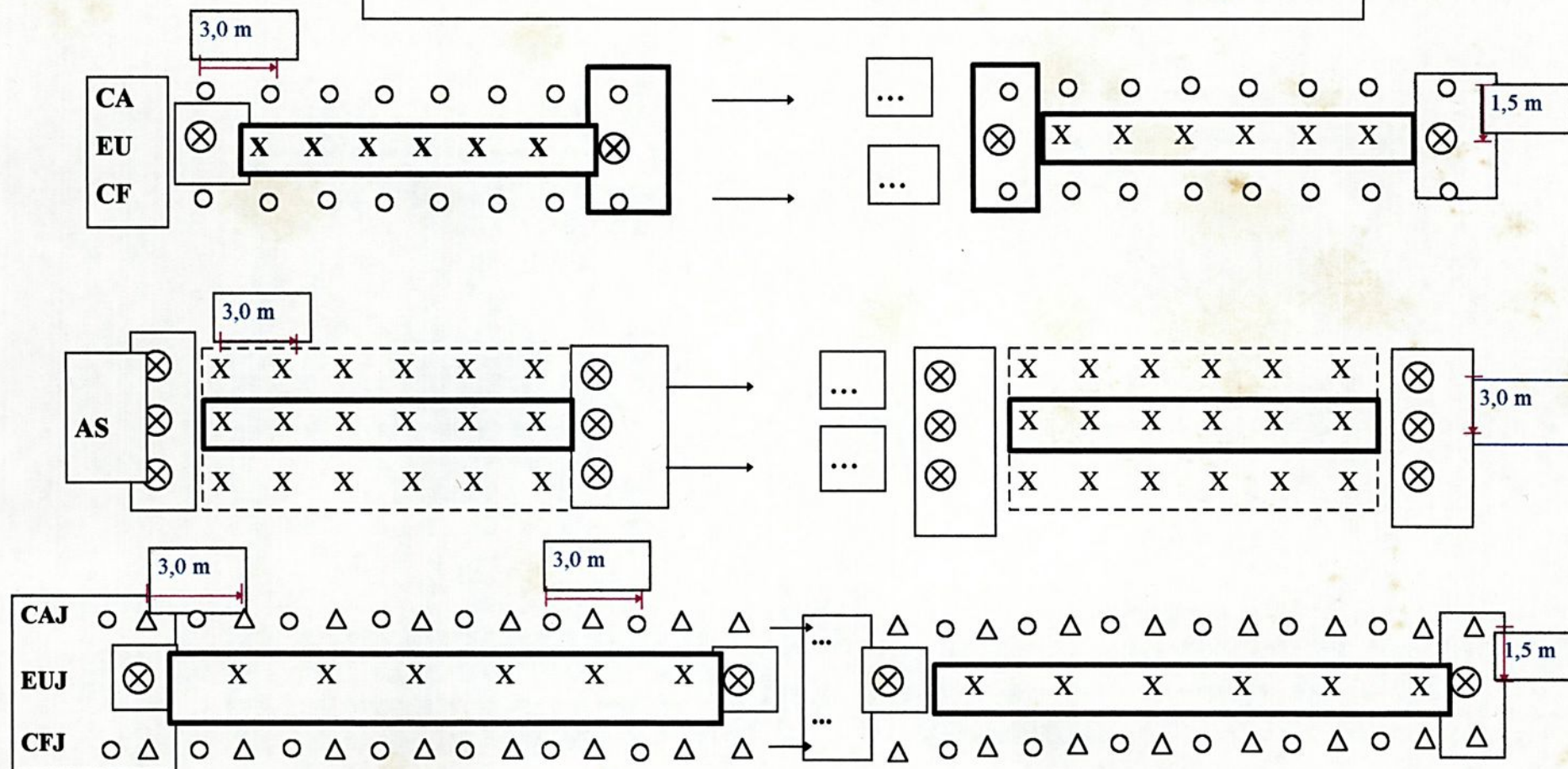
Procedência	Progênes	Idade(anos)	$CV_g\%$	h_2
Rio Claro	22	11	11,45	0,62
Pederneiras	21	11	6,20	0,56
Penápolis	27	11	9,79	0,61
Paulo Faria	7	11	13,21	0,76
Novo Horizonte	14	11	11,13	0,75
Ilha Solteira	28	2	7,67	0,39
		4	6,45	0,26
Pederneiras	24	2	10,75	0,33



TABELA 11A. Porcentagem média de elementos nutricionais nas folhas de espécies nativas, por diversos autores.

Espécie	Elemento (%)						Autor
	N	P	K	Ca	Mg	S	
Aroeira	1,89	0,12	0,80	0,67	0,22	0,07	MORAES (1992)
	1,91	0,13	0,77	0,75	0,24	0,09	
Aroeira	3,42	1,56	1,78	1,02	0,55	0,32	BARBOSA (1994)
Aroeira	2,00 a	0,20 a	0,90 a	0,72 a	0,10 a	-	MENDONÇA et al. (1998)
	2,50	1,00	1,86	2,19	0,43		
Erva-mate	0,64 a	0,08 a	1,16 a	0,25 a	0,29 a	-	RADOMSKI et al. (1992)
	3,93	0,28	3,11	0,74	0,65		
<i>Gliricidea sepium</i>	3,99 a	0,25 a	2,02 a	0,90 a	0,42 a	-	BAGGIO (1982)
	4,57	0,31	2,05	1,40	0,48		

SISTEMA DE PLANTIO DE AROEIRA TIPOS DE PARCELAS



X = AROEIRA (Planta útil) Δ = JERIVÁ O = CANAFÍSTULA, CANDIÚBA OU EUCALIPTO

⊗ = Aroeira (Planta bordadura)

CROQUI.0699

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO
AV. BRASIL, 56 - CAIXA POSTAL 31
15385-000 - ILHA SOLTEIRA - SP

