



UNESP

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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

1210001174



**Variação Genética em Populações Naturais
de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr All.)
Anacardiaceae – em Sistema Agroflorestal
Aluna: Adriana Junqueira Fonseca
Orientador: Mário Luiz Teixeira de Moraes**

Te.1174

**VARIAÇÃO GENÉTICA EM POPULAÇÕES NATURAIS DE
AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Fr All.) - Anacardiaceae -
EM SISTEMA AGROFLORESTAL**

ADRIANA JUNQUEIRA FONSECA

1210001174



NRD 007101 - Pece 040/01

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCNICO DE FIC e DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMBO 31/08/01
REGISTRADO POR Lelia	TOMBO 1174
AQUISIÇÃO Doacao R\$1000 Auto	CLASSIFICAÇÃO F676v

Dissertação apresentada à
Faculdade de Engenharia,
Campus de Ilha Solteira da
Universidade Estadual Paulista,
para obtenção do título de
Mestre em Agronomia, Área de
concentração: Sistemas de
Produção.

Ilha Solteira - SP

Setembro - 2000

**VARIAÇÃO GENÉTICA EM POPULAÇÕES NATURAIS DE
AROEIRA (*Myracrodruon urundeuva* Fr All.) - Anacardiaceae -
EM SISTEMA AGROFLORESTAL**

ADRIANA JUNQUEIRA FONSECA

Orientador: Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

**Dissertação apresentada à
Faculdade de Engenharia,
Campus de Ilha Solteira da
Universidade Estadual Paulista,
para obtenção do título de
Mestre em Agronomia, Área de
concentração: Sistemas de
Produção.**

Ilha Solteira - SP

Setembro – 2000



Variação Genética em Populações Naturais de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) Anacardiaceae em Sistema Agroflorestal

Adriana Junqueira Fonseca

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

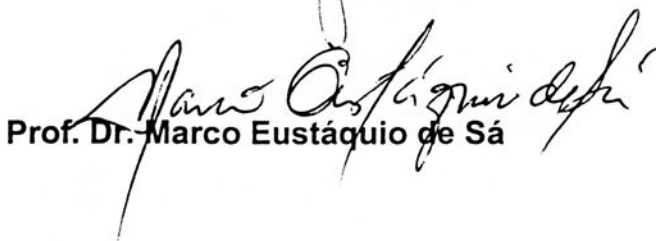
COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes
Orientador



Prof. Dr. Edson Seizo Mori



Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

Ilha Solteira – SP
setembro de 2000

Aos meus pais,

Maria Cecília e Adauto (*in memoriam*),

Pela dedicação e apoio,

OFEREÇO

Ao meu filho Rafael,

DEDICO.



AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes, pela orientação e amizade;

Aos professores Dr. Marco Eustáquio de Sá, Dr. Salatier Buzetti, e Dr. Edson Seizo Mori, pelas críticas e sugestões que contribuíram para o enriquecimento deste trabalho;

À reitoria da UNESP, pela bolsa concedida;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa concedida e financiamento de parte do experimento;

Aos representantes do Instituto Florestal Raul O. de Castro, José Eduardo de A. Bertoni e Ana Cristina M. F. Siqueira e ao Prof. Dr. Paulo Y. Kageyama (ESALQ/ USP) pelo apoio e fornecimento das sementes de aroeira da Estação Ecológica de Paulo de Faria (SP);

À Pesquisadora Cristina M. B. Lacerda, pela concessão das sementes de aroeira da população do Seridó (RN);

À CESP, pela produção das mudas de aroeira;

Aos laboratoristas da FEIS/UNESP dos Laboratórios de Análise Tecnológica de Sementes e Nutrição de Plantas: Adelaide A B. de Sá e André Luiz da Silva pelo apoio neste trabalho;

À Selma Maria B. de Moraes pela amizade, apoio em todos os sentidos e cuidado de mãe;

Aos Prof. Dr Enes Furlani Jr. e Dr. Edson Lazarini pela orientação em relação as culturas da mamona e do café;

Aos docentes e funcionários da FEIS/UNESP pelos ensinamentos recebidos;

Aos funcionários da Fazenda Experimental da FEIS/UNESP: Ailton dos Reis, Manoel F. R. Bonfim, Alexandre M. da Silva pelo apoio em campo em todas as fases do experimento;



Aos funcionários José Carlos de Oliveira, Márcia B. Achtschin e Irineu Paixão da secretaria da Fitotecnia da FEIS/UNESP, pelo apoio ao trabalho e amizade;

Ao Arlindo e à Fátima (Fafã) da seção de Pós Graduação da FEIS/UNESP pelo apoio durante todo o curso e amizade;

Aos colegas de curso pela amizade e apoio, em especial a Ana Cristina, Ananda, Miguel, André, Massaru e Gilberto;

Aos meus irmãos, discípulos de Yahshua, pelo apoio espiritual, encorajamento e amor.



SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO	i
SUMMARY	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Sistemas Agroflorestais (SAFs)	3
2.2. A aroeira e a sucessão ecológica	5
2.3. Considerações gerais sobre as espécies estudadas	7
2.3.1. Aroeira (<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.)	7
2.3.2. Culturas agrícolas	8
2.4. Estrutura genética de populações naturais	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Material	12
3.2. Métodos	12
3.2.1. Instalação dos testes de progênies e caracteres estudados ...	12
3.2.2. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos	14
3.2.3. Análise do coeficiente de trilha	19
3.2.4. Análise das correlações canônicas	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Análise das variâncias individuais	23

4.2. Estimativas de parâmetros genéticos	25
4.3. Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas	31
4.4. Estimativas das correlações canônicas	37
CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
APÊNDICE	52

VARIAÇÃO GENÉTICA EM POPULAÇÕES NATURAIS DE AROEIRA
(*Myracrodruon urundeuva* Fr All.) - Anacardiaceae -
EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Autora: ADRIANA JUNQUEIRA FONSECA

Orientador: Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

RESUMO

A experimentação com espécies arbóreas nativas vem, nos últimos anos, buscando alternativas de consórcio em sistemas agroflorestais. Assim, foi instalado, em 23/04/97, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP, em Selvíria - MS, dois testes de progênes, envolvendo duas populações de aroeira (Seridó, RN e Paulo de Faria, SP), com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial destas populações em consórcio com mamona (semeada em 17/10/97, na linha da aroeira), milho (semeado em 09/12/97 na entrelinha), guandu (semeado em 30/11/98, na entrelinha) e café (plantado em 05/05/99, na linha). Assim, foram avaliados caracteres nutricionais e silviculturais das populações de aroeira procurando-se, desta forma, fornecer subsídios para a conservação genética desta espécie através do seu cultivo em sistema agroflorestal. Verificou-se que as populações apresentaram a maior parte da variação genética dentro de populações, para as características estudadas, que a população de Paulo de Faria (SP) teve um melhor desenvolvimento e que o consórcio com espécies agrícolas utilizado mostrou-se promissor nesta fase inicial do desenvolvimento da aroeira.



GENETIC VARIATION OF PROGENY IN NATURAL POPULATIONS OF
 “AROEIRA” (*Myracrodruon urundeuva* Fr All.) - Anacardiaceae –
 IN AGROFORESTRY SYSTEM

Authora: ADRIANA JUNQUEIRA FONSECA

Adviser: Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

SUMMARY

During the last few years, experimentation with native tree species has been searching for associative alternatives in agroforestry systems. Therefore, on April 23, 1997 at the Farm for Teaching and Research of FEIS/UNESP organization located in Selvíria in state of Mato Grosso do Sul, two progeny trials were studied, which involved two “aroeira” populations (Seridó, RN and Paulo de Faria, SP). These tests were established with the purpose to evaluate the initial development of these populations in consortium with castor bean (sown in October 17, 1997, in the “aroeira” rows), corn (sown in September 12, 1997, between the “aroeira” rows), pigeon pea (sown in November 30, 1998, also between the “aroeira” rows), and coffee (planted in May 05, 1999, in line with the “aroeira” trees). The nutritional and silviculture characters of the “aroeira” populations were evaluated, attempting, in this way, to supply subsidies for genetic conservation of specie by agroforestry system. The trial showed that the “aroeira” populations presented greater genetic variation within populations than the others that the “aroeira” population in Paulo de Faria (SP) had a better development; and that the association of “aroeira” with the other agricultural species utilized in the trials demonstrated itself as promising – at least in this initial phase of the “aroeira” development.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna surgiu na Europa Ocidental, nos séculos XVIII e XIX, com a “Primeira Revolução Agrícola”. Nas primeiras décadas do século XX, algumas etapas do processo produtivo foram apropriadas pelo setor industrial emergente, estabelecendo o padrão produtivo da “Segunda Revolução Agrícola”. Após a Segunda Guerra Mundial, intensificou-se o ritmo das descobertas científicas e das inovações tecnológicas, culminando, na década de 1970 com a chamada “Revolução Verde”, que espalhou para extensas áreas dos países subdesenvolvidos os sucessos do padrão que já era convencional na Europa, EUA e no Japão (EHLERS, 1994).

No Brasil, uma melhoria do desempenho dos índices de produtividade agrícola foi obtida por meio da substituição dos moldes de produção locais ou tradicionais, baseados em processos biológicos e na otimização de recursos locais, e de ecossistemas naturais altamente complexos, por agroecossistemas simples, baseados principalmente na monocultura, no alto uso de insumos, na mecanização intensiva e importação de energia. O modelo desenvolvido para regiões temperadas foi adotado nas regiões tropicais. Se por um lado, a moderna agricultura trouxe inegáveis benefícios, por outro tem causado problemas sociais e impactos negativos sobre o meio ambiente.

O intenso desmatamento e a exploração das essências florestais nativas de forma predatória estão provocando erosão genética e colocando muitas espécies em risco de extinção. A perda desse material genético é inestimável e muitas vezes irreversível, o que torna urgente a necessidade de estratégias de conservação *in situ* e *ex situ* dessas espécies.

Uma alternativa ao sistema monocultural são os sistemas agroflorestais (SAFs) que representam sistemas antigos de uso da terra, nos quais são combinadas em uma mesma unidade de manejo, atividades florestais, agrícolas e/ou pecuárias, buscando através da diversificação de espécies uma maior estabilidade ecológica, econômica e social.

Dentre as espécies nativas que vêm sofrendo erosão genética destaca-se a aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.), cujas populações naturais vêm sendo eliminadas pela exploração pelo homem e, por apresentar um crescimento lento, seu plantio comercial é desestimulado, o que requer estudos e propostas que garantam a sobrevivência e a variabilidade genética desta espécie.

O presente trabalho teve como objetivos: a) comparar o desenvolvimento de duas populações de aroeira: Paulo de Faria (SP) e Seridó (RN) em consórcio com espécies agrícolas; b) estimar a variabilidade genética entre e dentro destas populações; c) fornecer subsídios para a conservação genética destas populações de aroeira e proporcionar ao produtor alternativas de cultivo antes da exploração da aroeira.



2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sistemas agroflorestais (SAFs)

Os SAFs combinam árvores, arbustos ou palmeiras com culturas agrícolas, hortícolas ou pecuária. Esta combinação pode resultar num uso mais eficiente da luz solar, umidade, nutrientes e da mão-de-obra, favorecendo, na sua forma ideal, a estabilidade e a sustentabilidade dos agroecossistemas (PASSOS & COUTO, 1997).

Agrossilvicultura, sistemas agroflorestais e sistemas agrossilvopastoris são termos relativamente novos, mas que traduzem práticas agrícolas antigas tradicionalmente utilizadas por populações do mundo inteiro, tanto em clima tropical como subtropical. Através de trabalhos realizados em Institutos na África (ICRAF) e América Central (Costa Rica), tem-se alguns exemplos desses sistemas tradicionais: sistema "Taungya", que são associações de culturas agrícolas somente durante os primeiros anos da floresta; cercas vivas, cortinas quebra-ventos, a agricultura migratória realizada pelos indígenas ou ainda sistemas simultâneos, cujo exemplo pode-se encontrar na cultura do cacau com árvores para sombreamento no nordeste brasileiro (BERTALOT, 1994).

Um exemplo de sistema agroflorestal no Brasil é o praticado pelos índios Kayapós da Amazônia brasileira, que desenvolveram suas próprias estratégias de manejo em áreas de floresta e campo/cerrado. O conhecimento indígena de zonas ecológicas, recursos naturais, agricultura, floresta, manejo de caça, apicultura são muito mais sofisticados do que se presumia inicialmente (POSEY, 1985). O modo como os Kayapós alteram a estrutura das roças ao longo do tempo parece seguir um modelo que se baseia na própria sucessão natural dos tipos de vegetação (ANDERSON & POSEY, 1987). Áreas inteiras que eram consideradas intocadas pela mão humana foram, na verdade, utilizadas por mais de 4 mil anos por culturas como a dos Kayapós, cujo legado é ainda pouco conhecido (VIVAN, 1993). Outro exemplo de atividade agroflorestal no Brasil é a que está sendo recentemente desenvolvida por um produtor e pesquisador suíço,



Ernst Götsch¹, no sul da Bahia. Ernst divulga para produtores e nas universidades uma metodologia baseada na dinâmica da sucessão natural

O principal objetivo no planejamento de SAFs é ressaltar as características ecológicas fundamentais da floresta, o que torna essencial a compreensão destes processos em um sistema natural (FARRELL, 1989). O sucesso depende e cresce com a capacidade de duplicar e replicar cada um dos passos dos processos naturais do ecossistema original do lugar (MILZ, 1997). Os processos ecológicos que ocorrem em uma floresta tropical não perturbada ajudam a compreender o que ocorre em um sistema agroflorestal em termos de ciclagem e conservação de nutrientes. A associação existente entre árvores e fertilidade do solo é ilustrada pelo grande estoque de nutrientes existente em ecossistemas florestais com seus ciclos de nutrientes relativamente fechados, permitindo a existência de florestas exuberantes sobre solos pobres (ENGEL, 1996).

O uso dos SAFs pode trazer vantagens de ordem econômica, social e ecológica como: a obtenção de produtos florestais e agrícolas na mesma área, a redução dos custos de implantação e de manutenção florestal, o aumento da renda líquida por unidade de área, a diversificação da produção, a melhoria na distribuição da mão-de-obra ao longo do ano, na qualidade das condições de trabalho no meio rural e na conservação do solo e da água, a melhoria do microclima para as plantas e animais, o aumento da biodiversidade, a redução dos impactos ecológicos negativos e das pressões sobre as vegetações naturais remanescentes. Por outro lado, os SAFs apresentam, quando comparados aos sistemas de produção agrícola monoculturais, maior dificuldade de planejamento, de controle financeiro e de mecanização, necessidade de maior entendimento do sistema e de maior organização (PASSOS & COUTO, 1997).

¹ GÖTSCH, E. Sítio Três Colinas, Pirai do Norte (BA), comunicação pessoal, 1999.



2.2. A aroeira e a sucessão ecológica

A sucessão secundária é o processo que ocorre através das mudanças que se verificam no ecossistema após a destruição parcial da comunidade, que pode ser uma pequena área de floresta nativa devido à queda de uma árvore ou em vários hectares de uma cultura agrícola abandonada. Neste processo ocorre uma progressiva mudança na composição florística da floresta, partindo de espécies pioneiras até espécies climácicas (KAGEYAMA & GÂNDARA, 1999).

Diversos autores têm utilizado a sucessão ecológica para estabelecer grupos ecológicos de espécies, sendo os principais: BUDOWSKI (1965), que estudou florestas em diferentes idades após o corte; DENSLOW (1980), WHITMORE (1982) e WHITMORE (1991), que se basearam no estudo de clareiras estudando a forma como se dá a recuperação dentro de florestas primárias e o comportamento das espécies em relação à luz e MARTINEZ-RAMOS (1985), que utilizou o critério demográfico (densidade de plantas). Uma síntese dos principais trabalhos de sucessão foi realizada por FERRETTI *et al.* (1995), estabelecendo grupos ecológicos em função de características do ciclo de vida de espécies da floresta tropical úmida americana, e classificando 101 espécies utilizadas no programa de fomento da Fundação Florestal, para o estado de São Paulo, quanto ao grupo ecológico (pioneira, secundária inicial, secundária tardia e clímax).

KAGEYAMA *et al.*, 1992 recomendam que para o plantio de diferentes espécies o conceito de grupo ecológico quanto à sucessão secundária deve ser levado em consideração. Assim, o ideal é que os grupos sejam plantados segundo suas exigências de luminosidade, onde espécies de clareira grande o plantio deve ser a pleno sol; espécies de clareiras pequenas e não-clareira o plantio deve ser semi-sombreado e sombreado.

Segundo KAGEYAMA *et al.* (1990), a aroeira pertence ao grupo sucessional das secundárias tardias e se desenvolve melhor quando é consorciada com uma espécie do tipo secundária inicial. Diferentemente da sucessão natural,

que é a que ocorre a partir das clareiras na floresta primária, a sucessão em áreas antrópicas apresenta características distintas principalmente quanto à origem das espécies no início da sucessão. Neste contexto, a aroeira é citada por KAGEYAMA *et al.* (1994) como pertencente ao grupo das secundárias/pioneiras antrópicas: espécies secundárias e normalmente raras na floresta primária e que em áreas antrópicas fazem o papel de pioneiras. Nas formações florestais em que ocorre, a aroeira aparece associada com *Piptadenia* sp, *Choriza speciosa*, *Tabebuia impetiginosa* e *Hymenea stilbocarpa*, sendo que, nas florestas secundárias, ela pode ocorrer em “stands” quase puros, com plantas de diferentes idades (FAO, 1986).

A maioria dos povoamentos de aroeira registrados pela literatura é experimental sendo realizados em condições de plantio homogêneo e a pleno sol (MORAES & FREITAS, 1997). Um problema apresentado pela aroeira nessas condições é que fica intensamente ramificada, o que prejudica em muito o seu aproveitamento (NOGUEIRA, 1977).

FREITAS & MORAES (1997) avaliaram progênie de aroeira em sete diferentes sistemas de plantio. Aos três anos após o plantio, as maiores alturas da aroeira foram obtidas nos sistemas: aroeira X canafistula (*Cassia ferruginea*) X jerivá (*Syagrus romansoffiana*) - (3,17 m) e o de aroeira X canafistula - (3,13 m), enquanto que a menor altura foi a do sistema aroeira X candiúba - (2,34 m). GARRIDO *et al.* (1997) verificaram que o consórcio da aroeira com *Pinus caribaea* var. *caribaea* foi, de forma geral, benéfico ao desenvolvimento em altura, diâmetro e à forma do fuste da aroeira. OLIVEIRA (1999) comparou aroeira a pleno sol com aroeira consorciada com angico e mutambo, obtendo maior altura, melhor forma do fuste e menos ramificações na aroeira consorciada.



2.3. Considerações gerais sobre as espécies estudadas

2.3.1. Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.)

A família Anacardiaceae, da qual pertence a aroeira, tem sua importância econômica ressaltada sob vários aspectos: alimentação, paisagismo, extração de tanino e de verniz, farmacologia (bastante utilizada na medicina popular) e aproveitamento de madeira (SANTIN, 1989).

Por reconhecer a importância da família das anacardiaceas, o "Royal Botanic Gardens Kew", da Grã-Bretanha, colocou-a entre as dez mais importantes famílias da flora terrestre, para fins de conservação de sementes a longo prazo, em seu Banco Internacional de Germoplasma-semente de espécies silvestres de regiões semi-áridas do planeta, ameaçadas de extinção (MEDEIROS, 1996).

Em condições naturais a aroeira atinge 5 a 20 m de altura e 30 a 60 cm de DAP na caatinga e no cerrado, até 27 m de altura e 85 cm de DAP na região do chaco e até 30 m de altura nas florestas pluviais. Na vegetação secundária é comum tornar-se bastante freqüente por rebrota, com grande quantidade de plantas de todas as idades, formando por vezes bosques quase puros, podendo invadir pastagens (CARVALHO, 1994).

A aroeira é uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófita (LORENZI, 1992). É uma espécie dióica ou de fecundação cruzada. O tronco geralmente é curto e tortuoso na caatinga, porém, na floresta pluvial apresenta fuste com até 12 m de comprimento. A copa é irregular. Os folíolos macerados exalam forte odor de terebintina (CARVALHO, 1994).

A espécie ocorre em várias regiões fitoecológicas: floresta estacional semidecidual; floresta estacional decidual; cerrado e cerradão (onde é freqüente, surgindo nos afloramentos calcários); caatinga/ mata-seca; chaco sul-matogrossense e pantanal matogrossense (CARVALHO, 1994).

No nordeste, principalmente nas regiões da caatinga, a aroeira é largamente empregada na medicina popular. Ultimamente vêm sendo

desenvolvidos muitos estudos sobre o uso farmacológico de extratos de *M. urundeuva* em tratamentos de úlceras estomacais. Suas cascas, devido ao alto conteúdo de tanino, são utilizadas no curtume e suas folhas, quando maduras, na alimentação do gado nos sertões nordestinos (SANTIN, 1989).

A madeira da aroeira é rosa-clara quando recém cortada e torna-se vermelho-escura quando é exposta ao sol. É muito usada para postes, esteios, moirões, dormentes, etc. A lenha é de boa qualidade, mas a madeira tem dificuldades ao queimar, sendo que o fogo em pastagens raramente mata as árvores existentes (NOGUEIRA, 1977). A densidade alta, excelente performance mecânica e boa defesa química, física e biológica, explicam a resistência, dureza e durabilidade da aroeira, considerada a madeira mais resistente do Brasil. Enquanto um centímetro quadrado de concreto suporta uma carga de 250 kgf, a aroeira pode suportar 696 kgf. Ao ser registrada, no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo, como “durável”, a aroeira se coloca no fechadíssimo grupo das madeiras com durabilidade secular, as chamadas “imputrescíveis”. Suas excelentes qualidades fazem da aroeira uma raridade em madeira, o que torna cada vez mais rápida sua devastação em todo o país (RIBEIRO, 1989).

Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA, 1992), a aroeira pertence a categoria “vulnerável”. O IBAMA considera “vulnerável” toda espécie da flora brasileira com probabilidade de passar para a categoria “em perigo” em futuro próximo, se os fatores causais continuarem operando; populações encontradas em declínio, em consequência de exploração excessiva e destruição do *habitat* ou outra alteração ambiental; populações que tenham sido seriamente reduzidas e cuja sobrevivência definitiva não tenha sido assegurada.

2.3.2. Culturas agrícolas

A aroeira foi consorciada com espécies capazes de proporcionar uma melhoria no solo, alternativas de cultivo no período anterior ao da retirada da aroeira, e melhoria do fuste da aroeira através da competição por luz.



A mamoneira é cientificamente denominada *Ricinus comunis* L e pertence a família das Euforbiaceas. A espécie cultivada apresenta-se na forma de arbusto. A sua extraordinária capacidade de adaptação, a multiplicidade de aplicações industriais do seu óleo e o valor da sua torta como fertilizante e suplemento protéico, situam a mamona entre as oleaginosas tropicais mais importantes da atualidade. A mamoneira é uma planta que se comporta magnificamente na manutenção e melhoria das propriedades físicas do solo, pois possui sistema radicular vigoroso, que se estende lateral e profundamente, promovendo o arejamento das camadas do solo. Suas folhas, no final do ciclo, secam e caem no solo, oferecendo excelente matéria orgânica (FORNAZIERI JUNIOR, 1986).

O milho (*Zea mays* L.), em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se num dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Devido a sua multiplicidade de aplicações, quer na alimentação humana quer na alimentação animal, assume relevante papel sócio-econômico (FANCELLI & DOURADO NETO, 1996). A cultura do milho é uma das mais utilizadas em consórcio com outras espécies.

O guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) é um pequeno arbusto da família das Fabáceas, cujas sementes comestíveis motivaram seu cultivo desde antes da era cristã (KHATOUNIAN, 1994). Popularmente é também conhecido como guando, andu, sacha-café, arveja (Brasil); poroto guandu, poroto paraguay, arveja palomera (Argentina); trigo de arbol (México) e quinchoncho (Venezuela). É uma planta anual, bianual ou semiperene, atingindo de dois a três anos quando podada, que cresce em solos tropicais e subtropicais, com bastante resistência à seca (CALEGARI *et al.*, 1993). Tem importância na adubação verde, onde proporciona a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, e especialmente a fixação de nitrogênio atmosférico (KHATOUNIAN, 1994).

A área original do café (*Coffea arabica* L.) são as terras altas, a mais de 1000 m de altitude, da Etiópia e Sudão, onde cresce em estado semi-silvestre nos estratos inferiores da floresta. Nas tradições dos povos africanos, constam o uso dos frutos, como mastigatório, das folhas, em infusão e nas



peregrinações pelo deserto o povo se alimentava, desde longa data, de bolos de café assados em braseiros. É possível que a arte da torra e da preparação da bebida a partir das sementes moídas tenha sido descoberta na Pérsia, no final do século XV (CARDOSO, 1994).

O cultivo de café constitui-se em base para muitos sistemas simultâneos, especialmente em regiões de terras altas e férteis, com boa estrutura de comunicações e mercados necessários. Frequentemente são feitas associações multi-estratificadas com feijão constituindo o estrato inferior. O cultivo do café no Brasil é feito predominantemente a pleno sol, embora variedades para sombreamento sejam conhecidas e potenciais, principalmente em regiões sujeitas a geadas ocasionais. Estas associações otimizam o uso da terra e aumentam a produtividade por unidade de terreno, além de diminuir o custo com produtos químicos (ENGEL, 1996). Outras vantagens do cultivo sombreado em sistemas agroflorestais são: aumento do tempo de vida do cafeeiro, diminuição da necessidade de capinas e que permite ao fruto permanecer maduro no galho por até 40 dias, homogeneizando desta forma a colheita (TELLES JÚNIOR, 1991).

2.4. Estrutura genética de populações naturais

A estrutura genética de uma espécie pode ser considerada como o padrão de variação genética entre e dentro de populações (KAGEYAMA & PATIÑO-VALERA, 1985). Em termos genéticos e demográficos, a estrutura populacional de uma espécie (conjunto das características genéticas e demográficas) é o resultado 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 (MARTINS, 1987). Estes componentes se interrelacionam em diferentes graus e levam as populações a várias estratégias de adaptação. A

formação de estrutura é decorrente também de fatores como níveis de endogamia, seleção natural e, especialmente, deriva genética entre e dentro das populações. Tomando-se como referência o Teorema de Hardy e Weinberg, as principais forças microevolutivas podem ser tomadas como desvios deste equilíbrio (REIS, 1996).

Segundo PAIVA (1988) os estudos de variabilidade genética consideram os princípios teóricos da genética de populações relativos às alterações de frequências alélicas e genotípicas, associado a princípios teóricos da ecologia de populações, preocupadas em entender as relações de causa e efeito na regulação do número de indivíduos.

Para que os recursos genéticos sejam manejados, é importante que se entenda como a variância genética é distribuída e quais as características do meio ambiente ou da espécie que influenciam essa distribuição. Assim, a variação genética entre e dentro de populações de aroeira vem sendo estudada, principalmente através da análise de caracteres quantitativos, sendo que a maioria dos resultados encontrados até o momento indicam que a maior parte da variação genética está dentro de populações, havendo pouca variação genética entre as populações estudadas. Estes resultados têm grande importância, tanto para a coleta de sementes na amostragem de populações como na condução de programas de conservação genética *in situ* e *ex situ* da aroeira (MORAES, 1992; SIQUEIRA & NOGUEIRA, 1992; SIQUEIRA, 1996 e MORAES & FREITAS, 1997).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Para este estudo foram amostradas duas populações de *Myracrodruon urundeuva*. Uma das populações está localizada na Estação Ecológica do Seridó (E.E.S.) - (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis "IBAMA"), situada na microregião do Seridó no município de Serra Negra do Norte (RN), entre os paralelos 6°10' e 7°00'S e entre os meridianos 36°30' e 37°30'W, com altitude de 160 m. Nesta população foram obtidas sementes de 12 árvores (famílias) de polinização livre, sendo que este material e a descrição do local foram fornecidos por LACERDA (1997). A segunda população é proveniente da Estação Ecológica de Paulo de Faria, (E.E.P.F.), pertencente ao Instituto Florestal de São Paulo, localizada no município de Paulo de Faria (SP), nas coordenadas 19°58'S e 49°32'W, sendo que o solo do local é do tipo Latossolo Roxo, conforme citação de STRANGHETTI (1996). Nesta população foram coletadas sementes de 30 árvores (famílias) de polinização livre em setembro de 1996. As mudas de aroeira foram produzidas em tubetes no Viveiro da Companhia Energética de São Paulo - CESP em Ilha Solteira (SP).

3.2. Métodos

3.2.1. Instalação dos testes de progênes e caracteres estudados

Os testes de progênes, envolvendo as populações de aroeira de Paulo de Faria (SP) e do Seridó (RN), foram instalados em 23 de abril de 1997, no espaçamento de 1,6 x 3,0 m, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia - UNESP -*Campus* de Ilha Solteira localizada no município de Selvíria (MS), sendo que o solo do local foi classificado por DEMATTÊ (1980) como



sendo Latossolo Vermelho-Escuro, álico e textura argilosa. Uma análise química do local do ensaio é apresentada na Tabela 1A.

O delineamento experimental utilizado, nos dois testes de progênes, foi o de blocos casualizados, com 10 plantas por parcela (forma linear). A população do Seridó (RN) foi representada por 12 tratamentos (famílias) e 6 repetições, enquanto que a de Paulo de Faria (SP) por 30 tratamentos (famílias) e 3 repetições (Figura 2A).

As culturas agrícolas utilizadas, nas duas populações, foram a mamona (cultivar IAC 226) semeada em 17 de outubro de 1997 (2 sementes por cova), nas linhas de aroeira, de forma alternada, ficando com o espaçamento entre as plantas de mamona de 1,6 x 3,0 m, fazendo assim o papel de planta pioneira. Nas entrelinhas da aroeira foi semeada uma linha de milho (híbrido Master) em 9 de dezembro de 1997 (5 plantas por metro de linha). Tanto a mamona quanto o milho receberam os tratos culturais recomendados para estas duas culturas agrícolas. O guandu foi semeado no lugar do milho, em duas linhas na entrelinha, em 30 de novembro de 1998. Após a retirada da mamona foi plantado café Icatu no seu lugar, em 05 de maio de 1999. Atualmente o arranjo de espécies é aroeira x café.

Foram avaliados os caracteres silviculturais: altura total (ALT); diâmetro médio da copa (DMC); forma do fuste (FOR); número de ramificações em relação ao fuste principal (NRA); diâmetro à altura de 30 cm (D30) e altura da primeira bifurcação (APB), posteriormente denominada altura da primeira bifurcação transformada (PBT). Foram feitas as análises dos teores dos nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas de aroeira, sendo que a amostragem foi feita em março de 1999, baseando-se em recomendações de QUAGGIO *et al.* (1996) para a cultura do abacate, já que não foi encontrada indicação específica para aroeira. Foram coletadas quatro folhas compostas recém expandidas, da altura média da copa, sendo uma folha de cada face da planta (em forma de cruz). Uma amostra foi composta de folhas de todas as plantas de cada progênie de cada repetição. Estas análises nutricionais foram realizadas de acordo com o procedimento descrito por



MALAVOLTA *et al.* (1997), sendo feita a digestão sulfúrica das folhas (avaliação do teor de N) e digestão nitro-perclórica (avaliação dos teores de P, K, Ca, Mg e S), tendo também por base estudos realizados por BARBOSA (1994).

Antes da realização das análises de variâncias aplicou-se o Teste de Cochran (Tabela 4), baseando-se em COSTA NETO (1977), para se verificar a homogeneidade de variâncias (homocedasticidade):

$$g = \max S_i^2 / \sum_i S_i^2 \quad (i = 1, 2, \dots, k)$$

3.2.2. Estimativa de parâmetros genéticos e estatísticos

A partir das análises de variâncias, para cada uma das características quantitativas analisadas, em nível de média, foram obtidas as estimativas dos parâmetros genéticos e estatísticos, baseando-se em metodologias propostas por KAGEYAMA (1980) e VENCOVSKY & BARRIGA (1992).

O modelo matemático adotado nas análises individuais, dentro das populações estudadas, tomando-se o efeito de progênes (famílias) como aleatório é:

$$Y_{ijk} = m + r_j + f_i + d_{k(ij)} + e_{ij(k)}$$

onde: Y_{ijk} é a observação na árvore k , da família i , na repetição j ; m é a média geral; r_j é o efeito da repetição j , onde $j = 1, 2, \dots, r$; f_i é o efeito da família i , onde $i = 1, 2, \dots, f$; $d_{k(ij)}$ é o desvio referente a árvore k na parcela ij , com $k = 1, 2, \dots, d$; $e_{ij(k)}$ é o efeito do erro experimental.

As fontes de variação e as esperanças dos quadrados médios referentes as análises individuais, em cada uma das populações de aroeira estudadas, são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Esquema da análise de variância, para cada uma das populações de aroeira estudadas, utilizado na análise das características silviculturais, tendo como fonte de variação (FV): repetições (R), famílias (F), o erro experimental (E) e a variação dentro (D).

FV	GL	QM	E(QM)	F
R	(r-1)	Q ₁	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + f\sigma_r^2$	Q ₁ /Q ₃
F	(f-1)	Q ₂	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_r^2$	Q ₂ /Q ₃
E	(r-1)(f-1)	Q ₃	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$	-
D	(k-1)fr	Q ₄ ⁽¹⁾	σ_d^2	-

(1) - Variância dentro obtida fora da análise de variância e $\bar{n}$ é a média harmônica do número de plantas dentro de parcelas, conforme GERALDI (1977).

Feitas as análises de variâncias foram obtidos os parâmetros genéticos pelo método dos momentos. Assim, obteve-se as seguintes variâncias:

a) Estimativa da variância do erro ($\hat{\sigma}_e^2$): $\hat{\sigma}_e^2 = Q_3 - (1/\bar{n})\hat{\sigma}_d^2$

b) Estimativa da variância entre família: ($\hat{\sigma}_p^2$): $\hat{\sigma}_p^2 = \frac{Q_2 - Q_3}{r}$

c) Estimativa da variância aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$): $\hat{\sigma}_A^2 = 4\hat{\sigma}_p^2$

d) Estimativa da variância fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$): $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2$

e) Estimativa da variância fenotípica média ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$): $\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = \hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n.r}$

f) Coeficiente de variação dentro de parcelas (CV_d): $CV_d = \frac{100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_d^2}}{\bar{x}}$

g) Coeficiente de variação genética (CV_g): $CV_g = \frac{100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_p^2}}{\bar{x}}$

h) Coeficiente de variação do erro (CV_e): $CV_e = \frac{100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_e^2}}{\bar{x}}$

i) Coeficiente de variação fenotípica (CV_F): $CV_F = \frac{100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_F^2}}{\bar{x}}$

j) Coeficiente de variação fenotípica média ($CV_{\bar{F}}$): $CV_{\bar{F}} = \frac{100 \cdot \sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2}}{\bar{x}}$

k) “Índice de Seleção” (b) - VENCOSKY (1987): $\hat{b} = \frac{CV_g}{CV_{exp}}$

l) Coeficiente de herdabilidade em nível de plantas ($\hat{h}^2$): $\hat{h}^2 = \frac{\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_P^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_d^2}$

m) Coeficiente de herdabilidade em nível de média de parcelas ($\hat{h}_{\bar{x}}^2$):

$$\hat{h}_{\bar{x}}^2 = \frac{(1/4)\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_P^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n \cdot r}}$$

n) Coeficiente de herdabilidade em nível de plantas dentro de parcelas ($\hat{h}_d^2$):

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

Após a análise das variâncias individuais foi realizada análise das covariâncias entre as variáveis conforme a Tabela 2.

TABELA 2. Esquema da análise das covariâncias entre as variáveis, utilizado para cada uma das características estudadas, tendo como fonte de variação (FV): repetições (REP), tratamentos (TRAT), e o erro experimental (ERRO).

FV	QM _x	QM _y	QM _{x+y}	PM	E(PM)
REP	-	-	-	-	-
TRAT	Q _{tx}	Q _{ty}	Q _{t(x+y)}	PM _T	$(1/\bar{n})COV_d + COV_e + rCOV_p$
ERRO	Q _{ex}	Q _{ey}	Q _{e(x+y)}	PM _E	$(1/\bar{n})COV_d + COV_e$
DENTRO	-	-	-	PM _D	COV _d

Obs.: x e y são as características que estão sendo analisadas.

a) Produto médio de tratamentos (famílias): $PM_T = \frac{QM_{t(x+y)} - QM_{tx} - QM_{ty}}{2}$;

b) Produto médio do erro: $PM_E = \frac{QM_{e(x+y)} - QM_{ex} - QM_{ey}}{2}$;

c) Estimativa da covariância entre progênies ($C\hat{O}V_{P(x,y)}$):

$$C\hat{O}V_{P(x,y)} = \frac{PM_T - PM_E}{r}$$

d) Estimativa da covariância genética aditiva entre x e y ($C\hat{O}V_{A(x,y)}$):

$$C\hat{O}V_{A(x,y)} = 4C\hat{O}V_{P(x,y)}$$

e) Estimativa da covariância fenotípica, em nível de média de famílias ($C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)}$):

$$C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)} = \frac{C\hat{O}V_d}{\bar{n} \cdot r} + \frac{C\hat{O}V_e}{r} + C\hat{O}V_p \quad \therefore C\hat{O}V_{\bar{F}(x,y)} = \frac{PM_T}{r}$$

f) Estimativa da correlação genética aditiva entre x e y ($r_{A(x,y)}$):

$$r_{A(x,y)} = \frac{C\hat{O}V_{A(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{Ax}^2 \cdot \hat{\sigma}_{Ay}^2}}$$

g) Estimativa da correlação fenotípicas, em nível de média de famílias $\left(r_{\bar{F}(x,y)}\right)$:

$$r_{\bar{F}(x,y)} = \frac{\text{CÔV}_{\bar{F}(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}x}^2 \cdot \hat{\sigma}_{\bar{F}y}^2}}$$

O modelo matemático a ser adotado nas análises conjuntas entre as populações de aroeira, tomando-se os efeitos de populações como fixos e progênies (famílias) aleatório foi:

$$Y_{ijkl} = m + r_{j(k)} + p_k + f_{i(k)} + e_{ij(k)} + d_{l(ijk)}$$

onde: Y_{ijkl} é a observação na árvore l , da população k , na família i , da repetição j ; m é a média geral; $r_{j(k)}$ é o efeito da repetição j , dentro da população k , onde $j = 1, 2, \dots, r$; p_k é o efeito da população k , com $k = 1, 2, \dots, p$; $f_{i(k)}$ é o efeito da família i , dentro da população k , com $i = 1, 2, \dots, f$; $e_{ij(k)}$ é o efeito do erro referente à parcela ij , dentro da população k e $d_{l(ijk)}$ é o desvio referente à árvore l da parcela ij , na população k .

O esquema da análise de variância conjunta, envolvendo as populações de aroeira de Paulo de Faria (SP) e do Seridó (RN), para cada uma das características quantitativas, é apresentado na Tabela 3.

TABELA 3. Esquema da análise de variância conjunta, envolvendo as populações de aroeira de Paulo de Faria (SP) e do Seridó (RN), utilizado para cada uma das características estudadas, tendo como fonte de variação (FV): repetições dentro de populações (R/P), populações (P); famílias dentro de populações (F/P), o erro médio (E/P) e a variação dentro (D).

FV	GL	QM	E(QM)	F ⁽¹⁾
R/P	$\sum_{p=1}^n r_p - p$	Q ₁	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + f\sigma_r^2$	Q ₁ /Q ₄
P	(p-1)	Q ₂	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_r^2 + f\sigma_r^2 + frV_p$	$\frac{(Q_2 + Q_4)}{(Q_1 + Q_3)}$
F/P	$\sum_{p=1}^n f_p - p$	Q ₃	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_r^2$	Q ₃ /Q ₄
E/P	$p + \sum_{p=1}^n [f_p(r_p - 1) - r_p]$	Q ₄	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$	-
D	$(k-1)\sum_{p=1}^n f_p r_p$	Q ₅ ⁽²⁾	σ_d^2	-

(1) - Graus de liberdade associados às estimativas de F, para populações, obtidos conforme Satterthwaite, citado por CAMPOS (1984); (2) - Variância dentro, obtida fora da análise de variância, e $\bar{n}$ é a média harmônica do número de plantas dentro de parcelas, conforme GERALDI (1977).

3.2.3. Análise do coeficiente de trilha

Foi realizada a análise do coeficiente de caminhamento (ou coeficiente de trilha) entre as variáveis nutricionais em ambas as populações. Estas estimativas se basearam na metodologia apresentada por LI (1975) e CRUZ & REGAZZI (1994). Na obtenção das estimativas do coeficiente de caminhamento foi utilizado o programa "GENES", desenvolvido por CRUZ (1997).

3.2.4. Análise das correlações canônicas

As inter-relações entre os grupos de caracteres silviculturais e nutricionais foram avaliadas através das correlações canônicas, segundo metodologia descrita por CRUZ & REGAZZI (1994), utilizando-se do programa "GENES".

Para a obtenção destas correlações foram consideradas:

p: número de caracteres (variáveis) silviculturais (D30, ALT, FOR e DMC) - grupo I;

q: número de caracteres nutricionais (N, P, K, Ca, Mg e S) - grupo II;

R_{11} : matriz (pxq) das correlações entre variáveis do grupo I;

R_{22} : matriz (qxq) das correlações entre variáveis do grupo II;

R_{12} : matriz (pxq) das correlações entre variáveis do grupo I com as variáveis do grupo II;

R_{21} : matriz (qxp) das correlações entre variáveis do grupo II com as variáveis do grupo I.

Assim, os autores consideram a primeira correlação canônica (r_1) entre os grupos I e II como sendo:

$$r_1 = \sqrt{\lambda_1} ; \text{ onde } \lambda_1 \text{ é o maior autovalor de } R_{11}^{-1} R_{12} R_{22}^{-1} R_{12}'$$

A combinação linear dos caracteres dos grupos I e II fornece o primeiro par canônico, sendo que os coeficientes de ponderação dados por B_1 e C_1 :

B_1 = autovetor associado ao primeiro autovalor de: $R_{11}^{-1} R_{12} R_{22}^{-1} R_{12}'$;

C_1 = autovetor associado ao primeiro autovalor de: $R_{11}^{-1} R_{12}' R_{22}^{-1} R_{12}$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A colheita do milho foi realizada em todo o experimento (aproximadamente 0,8 ha) e produziu 375 kg. A produção foi baixa porque foi utilizado um híbrido de alta tecnologia em um solo de baixa fertilidade, comprovada pela análise de solo (Tabela 1A). A mamona foi colhida em três ocasiões rendendo 1136 kg. Como todas as progênes de uma população de aroeira estavam sob o mesmo sistema, não se justificou uma colheita individualizada por parcela. Porém, teria sido interessante que as colheitas das culturas agrícolas fossem individualizadas por população.

Nos espaços não ocupados pelas culturas ocorreu uma alta incidência de gramíneas (colonião e braquiária) e trepadeiras, indicando que a área poderia ter comportado mais culturas de interesse. O guandu foi introduzido com a finalidade de ocupar essa área, para substituir as plantas invasoras, mas não se estabeleceu devido a baixa precipitação após a semeadura.

A cultura do café teve baixa sobrevivência na área em consórcio com a população de Paulo de Faria (SP), provavelmente devido ao fato das aroeiras já se encontrarem bastante desenvolvidas na época em que o café foi plantado. Já na área em consórcio com a população do Seridó (RN), onde as aroeiras apresentavam um desenvolvimento bem inferior, a cultura do café teve um maior índice de sobrevivência. Esse fato indica que o momento em que a cultura do café foi introduzida no sistema não foi adequado.

No segundo após o plantio a aroeira iniciou o florescimento. A maior parte das plantas que floresceram eram dióicas, mas foram detectadas plantas com flores de ambos os sexos.

Na Tabela 4 são apresentadas as estimativas da estatística “g” (teste de Cochran) para as características silviculturais e nutricionais. Verificou-se que apenas a característica APB na população de aroeira de Paulo de Faria (SP) é que apresentou significância, nas demais características aceitou-se a hipótese da nulidade, ou seja, existe homogeneidade de variância, o que permite a aplicação de uma análise de variância. Em relação a característica APB, a mesma foi



transformada em $\sqrt{x}$, em seguida aplicou-se o teste de Cochran e a estatística "g" não apresentou significância. A característica passou a ser identificada como altura da primeira bifurcação transformada (PBT).

TABELA 4. Estimativa de "g" (teste de Cochran) para as características silviculturais e nutricionais das populações de aroeira de Paulo de Faria (SP) e do Seridó (RN), no 1º e 2º ano, em Selvíria (MS).

POP	ANO	Característica	Estatística "g"
RN	1	NRA	0,190718
		APB	0,185664 (0,167102) ⁽¹⁾
		D30	0,217277
		ALT	0,185225
	2	D30	0,242624
		ALT	0,187738
		FOR	0,166273
		DMC	0,166199
		N	0,205084
		P	0,218950
		K	0,149585
		Ca	0,177275
		Mg	0,241534
		S	0,201368
SP	1	NRA	0,117061
		APB	0,275570** (0,183663) ⁽¹⁾
		D30	0,143435
		ALT	0,204869
	2	D30	0,115701
		ALT	0,193696
		FOR	0,178434
		DMC	0,074600
		N	0,140047
		P	0,126261
		K	0,124829
		Ca	0,119147
		Mg	0,155355
		S	0,126428

(1) Dados transformados em $\sqrt{x}$; teste de Cochran $g_{5\%} = 0,2624$ para RN; $g_{5\%} = 0,2929$ para SP

4.1. Análises de variância individuais

As estimativas de médias para as características silviculturais e nutricionais obtidas, das populações, são apresentadas nas Tabelas 2A a 8A do Apêndice.

Os coeficientes de variação experimental (CV_{exp}) das características silviculturais avaliadas mostraram uma maior precisão para o D30 e ALT, no primeiro ano, e para o D30, ALT e DMC, no segundo, nas duas populações. Os valores do CV_{exp} apresentaram tendência semelhante nas duas populações, para cada característica, exceto o da PBT, que foi mais alto (41,51%), como mostra a Tabela 5. A precisão aumentou na avaliação do segundo ano.

Nas características nutricionais os CV_{exp} variaram de 3,61% (N) a 20,75% (Mg) na população do RN, e de 4,34% (N) a 18,48% (Mg) na de SP, sendo que a precisão aumentou no seguinte sentido: Mg, K, Ca, S, P e N nas duas populações.

Na população do RN foi observado um maior número de características com significância entre as médias gerais. Na população de SP as diferenças começaram a ser mais evidenciadas no segundo ano (Tabela 5). A média geral para ALT no primeiro e segundo ano foi de 1,58 e 2,06 m na população do RN e de 1,94 e 3,13 m na de SP.

OLIVEIRA (1999), trabalhando com progênies de aroeira provenientes de Paulo de Faria (SP) em plantio homogêneo e consórcio com nativas (aroeira x mutambo x angico) em Selvíria (MS), encontrou médias de altura e diâmetro médio da copa de 3,52 e 3,09 m na aroeira a pleno sol, e de 3,74 e 2,49 m na consorciada, aos dois anos de idade. A autora trabalhou com as mesmas progênies de Paulo de Faria (SP), em área próxima ao do presente experimento, com o mesmo tipo de solo, portanto as condições foram semelhantes, com exceção do espaçamento (3,0 x 1,5 m na solteira e 3,0 x 3,0 m na consorciada) e época de plantio, que foi quase dois meses antes. Comparando apenas as progênies de Paulo de Faria (SP) dos dois experimentos teremos tres sistemas de plantio: plantio homogêneo, consórcio com nativas (secundárias

iniciais) e em SAF (consórcio com culturas agrícolas pioneiras até o período da avaliação). Pode-se observar que a altura da aroeira foi superior no consórcio com nativas, seguido da aroeira a pleno sol e por último a aroeira em SAF. É importante ressaltar que foram estimadas várias variâncias negativas no sistema a pleno sol e nenhuma nos dois sistemas consorciados da aroeira de Paulo de Faria (SP), o que indica que os consórcios foram benéficos para o estudo dos parâmetros genéticos da espécie.

MORAES *et al.* (1992), em testes de progênes de aroeira a pleno sol, em Selvíria (MS), obtiveram média geral de altura no primeiro e segundo ano de 1,15 e 1,79 m e de 1,16 e 1,81 m para uma procedência de Bauru (SP) e uma de Selvíria (MS), respectivamente.

Comparando-se as duas populações de aroeira estudadas, verifica-se que, no geral, a população de Paulo de Faria (SP) apresentou uma melhor performance, tanto em relação as características silviculturais como nutricionais.



TABELA 5. Estimativas de alguns parâmetros estatísticos para as características silviculturais e nutricionais de duas populações de aroeira: Seridó (RN) e Paulo de Faria (SP), no 1º e 2º ano de idade em Selvíria (MS).

POP	ANO	Caract.	Média Geral	CV _{exp} (%)	F	Pr > F
RN	1	NRA	3,34	23,31	2,08	0,0391
		PBT	3,35	22,07	1,73	0,0932
		D30 (cm)	1,28	14,48	3,35	0,0015
		ALT (m)	1,58	14,78	1,57	0,1374
	2	D30 (cm)	2,68	13,79	3,39	0,0014
		ALT (m)	2,06	10,76	4,06	0,0003
		FOR	1,71	20,34	0,91	0,5376
		DMC (m)	1,70	11,32	3,63	0,0008
		N (g/kg)	23,36	3,61	3,14	0,0026
		P (g/kg)	2,02	4,67	4,78	0,0001
		K (g/kg)	7,39	14,29	2,35	0,0195
		Ca (g/kg)	6,03	12,93	0,70	0,7301
		Mg (g/kg)	2,04	20,75	1,28	0,2629
		S (g/kg)	1,10	7,64	1,97	0,0515
SP	1	NRA	3,92	26,05	1,77	0,0323
		PBT	2,20	41,51	1,36	0,1612
		D30 (cm)	1,89	13,45	1,89	0,0199
		ALT (m)	1,94	12,38	1,06	0,4161
	2	D30 (cm)	4,14	8,82	1,60	0,0641
		ALT (m)	3,13	9,93	2,04	0,0104
		FOR	2,42	19,02	3,09	0,0001
		DMC (m)	2,24	8,21	1,66	0,0499
		N (g/kg)	22,76	4,34	1,52	0,0870
		P (g/kg)	2,45	7,97	1,65	0,0525
		K (g/kg)	10,53	16,04	1,94	0,0160
		Ca (g/kg)	6,90	15,78	1,43	0,1223
		Mg (g/kg)	2,10	18,48	1,24	0,2364
		S (g/kg)	1,02	10,64	1,67	0,0492

4.2. Estimativas de parâmetros genéticos

As estimativas das variâncias dentro ($\hat{\sigma}_d^2$), do erro das características silviculturais ($\hat{\sigma}_e^2$), do erro das características nutricionais ($\hat{\sigma}^2$) entre progênies ($\hat{\sigma}_p^2$), aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$), fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$) e fenotípica média ($\hat{\sigma}_{fm}^2$)

estão apresentadas nas Tabelas 9A e 10A. As análises foliares foram realizadas nos totais de parcela, não havendo, portanto, $\hat{\sigma}_d^2$ e $\hat{\sigma}_f^2$ para as características nutricionais. Verificou-se a presença de estimativas de variâncias negativas para as características: PBT, no primeiro ano, e para ALT e FOR, no segundo ano, na população de aroeira do Seridó (RN), o que prejudica a estimativa de parâmetros genéticos.

As estimativas do índice de seleção (b) foram de 0,31 (ALT) a 0,63 (D30) para as características silviculturais da população do RN, e de 0,14 (ALT) a 0,54 (D30) para as de SP (Tabela 6), indicando que a característica mais favorável à seleção, no primeiro ano, seria o D30 em ambas as populações. Já no segundo ano a altura ($b = 0,71$) passa a ser a característica de maior interesse a seleção na população do RN, enquanto que, para a população de SP a forma ($b = 0,84$) seria a mais favorável. Dentre as características nutricionais o P ($b = 0,79$) e o K ($b = 0,56$) foram as características mais favoráveis a seleção nas populações do RN e de SP, respectivamente.

A maior parte da variação ocorreu dentro de progênies, o que pode ser verificado nos caracteres silviculturais quando se considera o coeficiente de variação dentro (Tabela 6), que variou de 29,51% (ALT) a 59,38% (PBT) no primeiro ano, e de 22,72% (DMC) a 46,18% (FOR) no segundo ano na população do RN.

Em relação ao coeficiente de variação genética para as características silviculturais, verificou-se, quando se compara características analisadas nos dois anos, que o D30 tende a diminuir e a altura apresenta um aumento na variação genética. Estas alterações são devidas, provavelmente, as modificações da expressão gênica de cada característica com a idade. Os caracteres nutricionais apresentam um coeficiente de variação genética médio de 4,04% e 5,12%, para as populações do RN e de SP, respectivamente. A população de SP apresenta uma maior variação genética para os caracteres nutricionais, enquanto que a do RN para os silviculturais.

Os coeficientes de variação genética (CV_g) das características silviculturais variaram de 4,54 (ALT) a 9,87% (NRA) na população do RN e de

IDADE
expressão
gênica

1,73 (ALT) a 14,28% (PBT) na população de SP (Tabela 6). MORAES (1992), estudando duas populações de aroeira aos 42 meses, obteve valores de CV_g para ALT de 2,68 a 3,80% e para D30 de 6,43 a 3,05%. Já GIANNOTI *et al.* (1982) avaliaram 15 procedências de *Araucaria angustifolia* aos 2 anos de idade em Itapeva (SP), e observaram que duas dessas procedências, de Quatro Barras (SC) e Barbacena (MG), apresentaram CV_g para altura de 6,99 e 7,56% e herdabilidade do caráter de 1,76 e 17,51% respectivamente. OLIVEIRA (1999), trabalhando com as mesmas progênes da população de Paulo de Faria (SP) encontrou, aos dois anos, CV_g de 6,62% e de 6,77%, para a altura e o DMC, respectivamente, em um teste de progênes de aroeira consorciada com angico e mutambo. A autora, no entanto, não conseguiu estimar os CV_g no teste de progênes em plantio homogêneo. Verifica-se, assim, que para a finalidade de estimativas de parâmetros genéticos a condição de manejo do presente experimento seria intermediária entre o consórcio da aroeira com espécies arbóreas afins e plantios homogêneos de aroeira.

As estimativas das herdabilidades (Tabela 7) no geral foram baixas, assim, recomenda-se o uso da herdabilidade em nível de média por conter menos efeito ambiental. Em relação aos caracteres nutricionais verificou-se que a população do RN possui uma herdabilidade média maior ($0,55 > 0,35$) do que a população de SP; sendo que o mesmo também ocorreu em relação aos caracteres silviculturais. Características analisadas nos dois anos como o D30 e a ALT tiveram o seguinte comportamento: a primeira característica tende a manter ou diminuir as estimativas de herdabilidade, enquanto que na segunda há uma tendência de aumento.

TABELA 6. Estimativa do coeficiente de variação dentro de progênes (CV_d); do erro (CV_e); genética (CV_g); fenotípica em nível de plantas (CV_F); fenotípica em nível de médias (CV_{Fm}) e do índice de seleção (b), para as características silviculturais de duas populações de aroeira: Seridó (RN) e Paulo de Faria (SP), no 1º e 2º ano de idade em Selvíria (MS).

POP	ANO	Carac.	$CV_d(\%)$	$CV_g(\%)$	$CV_e(\%)$	$CV_F(\%)$	$CV_{Fm}(\%)$	b
RN	1	NRA	57,11	9,87	1,24	57,97	13,71	0,42
		PBT	59,38	7,68	—	59,02	11,84	0,35
		D30	32,28	9,06	7,50	34,36	10,82	0,63
		ALT	29,51	4,54	9,62	31,37	7,55	0,31
	2	D30	27,18	8,69	9,11	29,96	10,36	0,63
		ALT	25,05	7,69	—	26,14	8,85	0,71
		FOR	46,18	—	5,95	46,49	7,92	—
		DMC	22,72	7,49	6,90	24,89	8,80	0,66
		N	—	2,16	3,61	—	2,62	0,60
		P	—	3,71	4,67	—	4,17	0,79
		K	—	6,78	14,29	—	8,94	0,47
		Ca	—	—	12,93	—	4,43	—
SP	1	NRA	67,06	13,20	9,36	68,98	20,01	0,51
		PBT	100,96	14,28	19,62	103,74	27,90	0,34
		D30	29,23	7,32	8,98	31,44	10,67	0,54
		ALT	29,15	1,73	7,35	30,11	7,35	0,14
	2	D30	21,36	3,95	4,89	22,26	6,44	0,45
		ALT	19,99	5,85	7,08	22,00	8,19	0,59
		FOR	46,05	15,89	10,22	49,78	19,31	0,84
		DMC	19,11	3,86	4,85	20,09	6,11	0,47
		N	—	1,81	4,34	—	3,09	0,42
		P	—	3,71	7,97	—	5,92	0,47
		K	—	8,98	16,04	—	12,90	0,56
		Ca	—	5,98	15,78	—	10,90	0,38
	2	Mg	—	5,27	18,48	—	11,90	0,29
		S	—	5,02	10,64	—	7,93	0,47

$$CV_g = 7,79 \quad 4,54$$

$$b = 0,43 \quad 0,31$$

$$CV_{exp} = 14,78$$

$$\bar{m} = 1,58$$

$$hm = 0,36$$

TABELA 7. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade: no sentido restrito em nível de plantas plantas ($\hat{h}^2$), em nível de médias ($\hat{h}_m^2$), e em nível de plantas dentro de progênes ($\hat{h}_d^2$), para as características silviculturais e nutricionais de duas populações de aroeira: Seridó (RN) e Paulo de Faria (SP), no 1º e 2º ano de idade em Selvíria (MS).

POP	ANO	Caract.	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$
RN	1	NRA	0,12	0,52	0,09
		PBT	0,07	0,42	0,05
		D30	0,28	0,70	0,24
		ALT	0,08	0,36	0,07
	2	D30	0,34	0,70	0,31
		ALT	0,35	0,75	0,28
		FOR	nc	nc	nc
		DMC	0,36	0,72	0,33
		N	—	0,68	—
		P	—	0,79	—
		K	—	0,57	—
		Ca	—	nc	—
		Mg	—	0,22	—
		S	—	0,49	—
SP	1	NRA	0,15	0,44	0,12
		PBT	0,08	0,26	0,06
		D30	0,22	0,47	0,19
		ALT	0,01	0,06	0,01
	2	D30	0,13	0,38	0,10
		ALT	0,28	0,51	0,26
		FOR	0,41	0,68	0,36
		DMC	0,15	0,40	0,12
		N	—	0,34	—
		P	—	0,39	—
		K	—	0,48	—
		Ca	—	0,30	—
		Mg	—	0,20	—
		S	—	0,40	—

nc: valores não estimados devido a presença de variância negativa.

Comparando-se as estimativas de herdabilidade apresentadas com os resultados encontrados por OLIVEIRA (1999) nota-se que as estimativas do DMC são praticamente iguais, mas que as de altura foram maiores no presente experimento e que estão próximas de uma média geral (0,495), envolvendo vários

experimentos com espécies arbóreas nativas apresentada pela autora. Já em relação a FREITAS (1999), que trabalhou com uma população de aroeira de Petrolina (PE) em diferentes sistemas de plantio em Selvíria (MS), verifica-se que as estimativas de herdabilidade para os caracteres nutricionais no presente trabalho ficaram abaixo das encontradas pelo autor, e as silviculturais são semelhantes quando se compara com a população do Seridó.

A análise conjunta mostrou diferenças altamente significativas entre as duas populações para quase todas as características silviculturais, com exceção do NRA, e para quase todas as nutricionais, exceto os teores de Mg e S, cujas diferenças não foram significativas (Tabela 8). A população de SP apresentou médias de D30 e ALT superiores àquelas obtidas pela população do RN.

BIERWAGEN & FERREIRA (1993) avaliaram cinco populações de ipê-felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) e não encontraram diferença significativa entre as médias de DAP e altura total das populações aos seis anos de idade. MORAES *et al.* (1992) compararam duas procedências de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), uma de Bauru-SP e outra de Selvíria (MS), onde foi instalado o ensaio. Aos sete anos de idade as procedências não apresentaram diferenças significativas para altura de plantas.



TABELA 8. Estimativas dos valores de F para os efeitos de populações (POP) e de famílias dentro de populações (FAM/POP), na análise conjunta dos experimentos de aroeira para as características silviculturais e nutricionais de duas populações de aroeira: Seridó (RN) e Paulo de Faria (SP), no 1º e 2º ano de idade em Selvíria (MS).

ANO	Caract.	FV		
		POP	FAM/POP	
		F	F	Pr>F
1	NRA	0,91 ^{ns}	2,01	0,0023
	PBT	34,99**	1,52	0,0454
	D3O	13,20**	2,39	0,0002
	ALT	10,01*	1,21	0,2216
2	D3O	98,36**	2,09	0,0014
	ALT	52,21**	2,67	0,0001
	FOR	9,16*	2,99	0,0001
	DMC	28,85**	2,20	0,0007
	N	4,69*	1,99	0,0027
	P	66,61**	2,36	0,0002
	K	38,34**	2,33	0,0003
	Ca	6,03*	1,48	0,0581
	Mg	1,16 ^{ns}	1,21	0,2171
	S	3,78 ^{ns}	1,89	0,0051

** e * significativo em nível de 1 e 5 % de probabilidade respectivamente.

4.3. Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas

As estimativas dos coeficientes de correlação genética e fenotípica, em nível de média, entre os caracteres silviculturais são apresentadas nas Tabelas 9 e 10, respectivamente para o primeiro e o segundo ano do experimento.

No primeiro ano houve um comportamento diferenciado entre as duas populações, no que se refere à correlação genética. Assim, observou-se na população do RN altas correlações entre a ALTxNRA, ALTxD3O e NRAxD3O; baixas correlações entre ALTxPBT; PBTxD3O e NRAxPBT. Já na população de SP a maioria dos caracteres mostraram-se altamente correlacionados, com exceção do par PBTxD3O. O comportamento dos pares da correlação fenotípica é idêntico ao da genética.

Salienta-se aqui o fato da presença de valores de correlação genética superiores a 1,00, sendo que isto é possível de se obter matematicamente,

pois, neste caso, o coeficiente é obtido a partir das estimativas de variâncias, oriundas da esperança dos quadrados médios, pelo método dos momentos (BARBIN, 1993). Tal fato, aqui, deve-se a relação existente entre a covariância aditiva, envolvendo os dois caracteres, ser muito maior que a multiplicação entre as variâncias aditivas individuais dos caracteres. Neste caso, a maioria dos geneticistas recomenda que estes valores sejam desprezados. Já coeficientes de correlação fenotípica ficam no intervalo entre -1 a 1, pois são obtidos com base no produto médio das análises de covariâncias e pelos desvios dos quadrados médios das análises de variâncias individuais de cada caráter.

TABELA 9. Estimativas de correlações genéticas (r_A), acima da diagonal, e fenotípicas em nível de média, (r_F) abaixo da diagonal, para as características silviculturais referente as populações de aroeira procedente do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), a um ano de idade em Selvíria (MS).

SERIDÓ (RN)				
	NRA	PBT	D30	ALT
NRA	1,00	0,00	0,70	0,81
PBT	0,03	1,00	0,21	0,34
D30	0,57	0,23	1,00	0,88
ALT	0,56	0,29	0,78	1,00
PAULO DE FARIA (SP)				
	NRA	PBT	D30	ALT
NRA	1,00	0,88	0,75	3,33
PBT	0,23	1,00	0,35	1,16
D30	0,61	0,31	1,00	2,68
ALT	0,61	0,32	0,88	1,00

As correlações genéticas entre ALT x DMC apresentaram estimativas discrepantes quando se compara as duas populações. O parâmetro mais favorável seria o da população de Paulo de Faria, pois é desejável que o diâmetro da copa diminua em proporção ao aumento em altura. A correlação entre DMC e ALT deve, portanto ser a mais baixa possível.

TABELA 10. Estimativas de correlações genéticas (r_A), acima da diagonal, e fenotípicas em nível de média (r_F), abaixo da diagonal, para as características silviculturais referente as populações de aroeira procedente do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), ao segundo ano de idade em Selvíria (MS).

SERIDÓ (RN)				
	FOR	DMC	D30	ALT
FOR	1,00	-	-	-
DMC	-0,30	1,00	1,07	0,91
D30	-0,14	0,93	1,00	0,95
ALT	0,18	0,76	0,90	1,00
PAULO DE FARIA (SP)				
	FOR	DMC	D30	ALT
FOR	1,00	-0,53	0,81	0,79
DMC	-0,26	1,00	0,08	-0,48
D30	0,51	0,30	1,00	0,79
ALT	0,60	0,01	0,76	1,00

(-) Não foi possível de se obter a estimativa.

No segundo ano de experimentação observou-se, na população do RN, que as correlações da forma com as demais características não puderam ser estimadas, devido a presença de variâncias negativas. No que diz respeito as correlações, verificou-se aqui um comportamento diferenciado entre os pares de características, quando se compara as duas populações de aroeira. Assim, por uma ordem decrescente tem-se os seguintes pares na população do RN: DMCxD30, ALTxD30 e ALTxDMC. Já na população de SP, com exceção da forma para que seja feita melhor comparação entre as populações, tem-se que: ALTxD30, DMCxD30 e ALTxDMC. Também, neste caso as correlações fenotípicas seguem um mesmo padrão das genéticas.

As estimativas dos coeficientes de correlação genética e fenotípica, em nível de média, entre os caracteres nutricionais são apresentadas na Tabela 11, referindo-se a amostragem de folhas feita aos dezoito meses do experimento.

Na população do RN, nos pares de características que envolviam o teor de Ca, não foi possível se obter as estimativas de correlação genética em função da presença de variâncias negativas. Assim, para efeito de comparação entre estas duas populações desconsiderou-se o Ca na população de SP.

Analisando-se o comportamento dos elementos verificou-se que:

a) o teor de nitrogênio teve o mesmo comportamento em ambas as populações, apresentando altas correlações com o teor de S e P e baixas com o de Mg e K; b) o teor de P apresentou em ambas populações altas correlações com o de N, porém apresentou média correlação com o de S e Mg (RN) e também com o teor de K e S (SP), sendo baixas as correlações com o de K (RN) e o de Mg (SP); c) o teor de K apresentou comportamento semelhante, no que se refere a uma ordem decrescente entre os pares de correlações em ambas as populações, mas destaca-se aqui a relação com o teor de Mg, sendo altamente negativa na população de SP (-0,96) e praticamente zero na população do RN (-0,09); d) o teor de Mg se correlacionou negativamente com todos os outros elementos na população de SP e na do RN algumas correlações foram positivas com o teor de N e P; e) o teor de S teve comportamento idêntico em ambas as populações; f) Quanto ao teor de Ca, analisado apenas na população de SP, predominaram estimativas negativas com o de K (alta), Mg e P (média-baixa), S (baixa) e positiva, mas baixa com o teor de N.

As correlações fenotípicas seguiram igual tendência das genéticas em ambas populações.

Após a análise envolvendo os pares de características, verificou-se que além das diferenças entre as populações, observadas nas análises conjuntas para cada uma das características, observa-se também uma variação dentro das populações de forma bem diferenciada, o que foi detectado pelo estudo das correlações genéticas e fenotípicas, sendo que este fato é de fundamental importância para se propor estratégias de coleta de sementes para o fomento e a conservação genética desta espécie.

A variância aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$) estimada para o Ca foi negativa (Tabela 11A), impossibilitando o cálculo dos coeficientes de correlação genética (r_A) onde

a característica estava envolvida (Tabela 11). As estimativas do r_A e do coeficiente de correlação fenotípico em nível de média (r_F) apresentaram vários valores negativos.

TABELA 11. Estimativas de correlações genéticas (r_A), acima da diagonal, e fenotípicas em nível de média (r_F), abaixo da diagonal, para as características nutricionais referente as populações de aroeira procedente do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), aos dois anos idade em Selvíria (MS).

SERIDÓ (RN)						
	N	P	K	Ca	Mg	S
N	1,00	0,88	0,08	-	0,47	1,12
P	0,71	1,00	0,23	-	0,54	0,64
K	0,07	0,24	1,00	-	-0,09	-0,07
Ca	-0,50	-0,50	-0,23	1,00	-	-
Mg	0,10	0,28	-0,01	-0,60	1,00	-0,23
S	0,62	0,43	-0,13	-0,46	-0,05	1,00
PAULO DE FARIA (SP)						
	N	P	K	Ca	Mg	S
N	1,00	0,89	0,24	0,29	-0,46	0,78
P	0,33	1,00	0,66	-0,39	-1,27	0,64
K	0,07	0,66	1,00	-0,82	-0,96	0,12
Ca	0,03	0,02	-0,17	1,00	-0,48	-0,14
Mg	-0,09	-0,12	-0,14	0,04	1,00	-0,45
S	0,48	0,41	0,23	-0,03	-0,10	1,00

Para detalhar os efeitos das variáveis nutricionais (teor de P, K, Ca, Mg e S) com o teor de N, correlações genéticas foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos, pela análise do coeficiente de caminhamento (trilha), cujas estimativas são apresentadas na Tabela 12, para população do RN, e na Tabela 13, para a população de SP. Salienta-se, aqui, que o teor de nitrogênio foi escolhido como variável dependente principal (ou variável principal), dada a sua importância para as plantas e a fácil correlação com os teores de proteína total. As

demais variáveis (teores de P, K, Ca, Mg e S) são chamadas de independentes explicativas (ou variáveis auxiliares).

Para uma maior elucidação do uso do coeficiente de caminhamento, CRUZ & REGAZZI (1994) citaram que para fins de melhoramento é importante identificar dentre os caracteres de alta correlação com a variável principal (no caso aqui trata-se do teor de N), aquelas de maior efeito direto em sentido favorável a seleção, de tal forma que a resposta correlacionada, por meio da seleção indireta seja eficiente.

Considerando, então, as estimativas obtidas verificou-se na população do Seridó (RN) que o teor de N tem alta correlação com o de fósforo (0,88) e o de enxofre (1,00). Porém, o efeito direto do teor de P (10,26) é muito maior que o do S (-7,44). Portanto, para este último elemento (S) tem-se ausência de causa e efeito, ou seja o caractere auxiliar não é o principal determinante das alterações na variável principal (N), existindo outros fatores que poderão proporcionar mais impacto em termos de ganho de seleção.

Para a população de Paulo de Faria (SP) verificou-se que o teor de N tem alta correlação com o de P (0,89) e o de S (0,78). Aqui também o efeito direto do teor de P (2,04) é muito maior do que o do S (0,48), levando à mesma discussão anterior. Destaca-se, no entanto, o efeito indireto do teor de potássio (-0,18) na população de Paulo de Faria (SP).

As demais correlações do nitrogênio com os outros elementos são baixas em ambas as populações, predominando os efeitos indiretos em relação aos diretos na correlação do teor de N com o de K, Mg e o de Ca (neste caso apenas para a população de SP). Este fato sugere que o N não deve ser selecionado indiretamente pelos teores de K, Mg e o de Ca.

Pelo estudo do coeficiente de caminhamento verificou-se, então, que embora as correlações entre NxP e NxS sejam altas nas duas populações, para um estudo de melhoramento associando características, que o par NxP seria o mais confiável para uma seleção indireta de plantas com o maior teor de N.



TABELA 12. 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 nutricionais: N vs P, K, Mg e S, para a população de aroeira do Seridó (RN).

	P	K	Mg	S	N
P	10,26	-0,79	-3,83	-4,76	0,88
K	2,36	-3,44	0,64	0,52	0,08
Mg	5,54	0,31	-7,09	1,71	0,47
S	6,57	0,24	1,63	-7,44	1,00

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

TABELA 13. 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 nutricionais: N vs P, K, Ca, Mg e S, para a população de aroeira de Paulo de Faria (SP).

	P	K	Ca	Mg	S	N
P	2,04	-0,98	0,12	0,02	-0,31	0,89
K	1,35	-1,48	0,24	0,19	-0,06	0,24
Ca	-0,80	1,21	-0,29	0,10	0,07	0,29
Mg	-2,04	1,42	0,14	-0,20	0,22	-0,46
S	1,31	-0,18	0,04	0,09	-0,48	0,78

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

4.4. Estimativa de correlações canônicas

As estimativas das correlações canônicas, envolvendo o grupo de caracteres silviculturais e nutricionais para as populações de aroeira do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), são apresentadas nas Tabelas 14 e 15, respectivamente, e as matrizes das correlações de dimensão $v \times v$ (v : número de caracteres) encontram-se no Apêndice (Tabelas 12A e 13A)

Considerando que os coeficientes de correlação genética entre os pares de características apresentaram em alguns casos estimativas superiores a 1,00 e em outros não foi possível a sua determinação devido a presença de estimativas de variâncias negativas, optou-se, então, pelo uso do coeficiente de correlação fenotípico em nível de média, o que está em acordo com as proposições de CRUZ & REGAZZI (1994).

A interpretação de coeficientes de correlação canônica nem sempre é algo fácil, mas quando se examina as associações ou inter-relações entre estes dois complexos de variáveis (caracteres silviculturais vs nutricionais) é importante saber que será obtido um número de correlações canônicas igual ao menor número de caracteres contido em um dos dois complexos. Assim, verifica-se nas Tabelas 14 e 15 que foram obtidas apenas quatro correlações canônicas possíveis. Estas correlações foram calculadas transformando esses dois complexos em dois supercaracteres, em que cada um é uma simples combinação linear de caracteres que o compõe. Ou seja, usa-se uma técnica do tipo componentes principais, em que cada caráter dentro de um complexo receberá um peso ou coeficiente de ponderação. Ao final, caracteres associados entre os dois complexos serão aqueles que apresentarem os maiores pesos ou coeficientes de ponderação, em valor absoluto. Ainda deve-se ter em mente que, a cada coeficiente de correlação canônica (que é a raiz quadrada do autovalor) está associado um autovetor correspondente. Finalmente, como o nome mesmo indica, as correlações canônicas foram obtidas em ordem decrescente de importância e serão de tal modo calculadas que maximizarão a relação entre os dois supercaracteres.

Analisando-se as correlações canônicas encontradas nas populações do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP) verificou-se que as três primeiras correlações canônicas foram, ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$) significativamente diferente de zero, pelo teste do qui-quadrado. Assim, apenas as três primeiras têm interesse de estudo, sendo que a quarta correlação canônica tem baixa magnitude e pode ser desconsiderada. Mas, esta significância evidencia que houve associações ou dependência entre os caracteres silviculturais e nutricionais.

Na população do Seridó (RN) observou-se, no primeiro par canônico, que o N e o P influenciam a forma. No segundo que o N influenciou o D30, ALT e FOR. Quanto ao terceiro verificou-se que o K influenciou o D30 e DMC. Já para Paulo de Faria (SP), verificou-se para o primeiro par canônico uma influência do P sobre a ALT e o D30. Enquanto que no segundo uma influência do Mg sobre o DMC e no terceiro do N sobre o D30.

Constatou-se, então, que a maior parte da variação está dentro das populações, mas o comportamento desta variação, envolvendo os caracteres estudados não é o mesmo. Esta diferenciação no comportamento destas populações deve estar ligada a sua história evolutiva nos respectivos locais de origem Seridó (RN) e Paulo de Faria (SP).



TABELA 14. Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres silviculturais e nutricionais referentes a população de aroeira do Seridó (RN), aos dois anos de idade, em Selvíria (MS).

Caracteres	Coeficientes canônicos			
	1º par	2º par	3º par	4º par
Silviculturais				
D30	-0,1237	0,5039	0,7875	-0,3323
ALT	-0,0777	0,6842	0,4541	-0,5652
FOR	-0,4725	0,5825	-0,6569	-0,0761
DMC	-0,2699	0,1749	0,8535	-0,4098
Nutricionais				
N	0,4901	0,6576	-0,2910	0,0349
P	0,5043	0,4414	-0,3766	-0,0500
K	0,4735	0,2624	0,4629	-0,0654
Ca	-0,0952	-0,4702	0,1972	0,1506
Mg	0,3419	-0,2878	-0,2825	-0,1801
S	-0,0007	0,4791	-0,3119	0,1446
Coef. de Corr. Canônica	0,97	0,92	0,70	0,29
Significância (p)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03

TABELA 15. Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres silviculturais e nutricionais referentes a população de aroeira de Paulo de Faria (SP), aos dois anos de idade, em Selvíria (MS).

Caracteres	Coeficientes canônicos			
	1º par	2º par	3º par	4º par
Silviculturais				
D30	0,7209	0,4604	0,4850	0,1820
ALT	0,9913	-0,0202	0,0721	0,1080
FOR	0,5028	-0,1224	0,1014	0,8497
DMC	0,0706	0,9329	-0,3055	-0,1770
Nutricionais				
N	0,3062	-0,1703	0,2547	-0,1420
P	-0,5280	0,0290	0,1580	-0,1612
K	-0,3468	0,1818	0,1756	-0,0485
Ca	-0,2180	-0,0238	0,1425	0,0497
Mg	-0,2421	-0,3703	-0,0168	0,1273
S	-0,0090	-0,1246	0,0101	-0,2257
Coef. de Corr. Canônica	0,81	0,46	0,38	0,28
Significância (p)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,07

CONCLUSÕES

- As populações apresentaram variabilidade genética, para as características analisadas, o que justifica a conservação “*ex situ*” destas populações, sendo que a maior parte desta variação encontra-se dentro das populações.
- Houve diferença significativa entre as populações para a maioria das características avaliadas, correspondendo, assim, as distâncias geográficas que separam a origem das duas populações;
- A população de Paulo de Faria (SP) teve um desenvolvimento em altura e diâmetro à 30 cm superior ao da População do Seridó (RN), sugerindo que a primeira seja mais adaptada às condições ambientais onde o experimento foi instalado;
- O uso das correlações canônicas evidenciou que houve associações ou dependência entre o grupo de caracteres silviculturais e nutricionais identificando também um comportamento diferenciado no que se refere a distribuição da variação dentro das populações;
- O consórcio com espécies agrícolas mostrou-se promissor nesta fase inicial do desenvolvimento da aroeira. Porém, para melhor benefício das culturas consorciadas com a aroeira, sugere-se, para estudos futuros, que essas culturas sejam introduzidas na mesma época que a aroeira e no início do período chuvoso, incluindo também uma espécie do grupo sucessional das secundárias iniciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, A. B., POSEY, D.A. **Reflorestamento indígena**. Ciência Hoje, v.6, n. 31, p. 44-50, 1987.
- BARBIN, D. **Componentes de variância: teoria e aplicações** - 2. ed. r. e amp. Piracicaba: FEALQ, 1993. 120p.
- 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 em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- BIERWAGEN, R., FERREIRA, M. Teste de populações de ipê felpudo (*Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bur.) em Anhembi, SP. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo, SBS/SBEF. v. 2, p. 766-7.
- BERTALOT, M. Sistemas Agrossilvopastoris no Instituto Biodinâmico. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE AGRICULTURA BIODINÂMICA, 1, 1994, Curitiba. **Anais...** Curitiba: IB/IVV, 1994, p.45-6.
- BUDOWSKI, G. Distribution of Tropical American rain forest species in the light of successional process. **Turrialba**, v.15, n.1, p.40-2, 1965.
- CALEGARI, A., ALCÂNTARA, P.B. MIYASAKA, S., AMADO, T.J.C. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: COSTA, M.B.B. (Coord), **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. Parte 3 p.205-327.
- CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.

CARDOSO, A.P.S. **Café: cultura e tecnologia primária.** Lisboa: Instituto de Investigação científica Tropical, 1994. 169p.

* CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA - CPNF, 1994. 673p.

COSTA NETO, P. L.O. **Estatística.** São Paulo: E. Blucher, 1977. 264p.

CRUZ, C.D. **Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa: UFV, 1997. 442p.

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

DEMATTE, J.L.I. **Levantamento detalhado dos solos do Campus experimental de Ilha Solteira.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 114p. (mimeogr.).

DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rain forest trees. **Biotropica**, v. 12, supl., p.47-55, 1980.

EHLERS, E.M. **O que se entende por Agricultura Sustentável?** São Paulo, 1994. 161p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

ENGEL, V.L. **Introdução aos Sistemas Agroflorestais.** Botucatu: UNESP, 1996. 51p. (apostila).

FANCELLI, A.L., DOURADO NETO, D. Milho: fisiologia da produção. In: SEMINÁRIO SOBRE FISIOLOGIA DA PRODUÇÃO E MANEJO DE ÁGUA E DE NUTRIENTES NA CULTURA DO MILHO DE ALTA PRODUTIVIDADE, 1, 1996, Piracicaba. **Seminário...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1996. 26p.



FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Data book on endangered tree and scrub species and provenances.** Rome: FAO, 1986. p.116-25.

FARRELL, J.G. Sistemas Agroflorestais. In: ALTIERI, M.A **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa.** Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. cap.12 p.159-67.

FERRETTI, A.R., KAGEYAMA, P.Y.; ARBOEZ, G.F.; SANTOS, J.D., BARROS, M.I.A., LORZA, R.F., OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, v.3, n.7, p.73-7, 1995.

FORNAZIERI JÚNIOR, A. **Mamona: uma rica fonte de óleo e de divisas.** São Paulo: Ícone, 1986. 72p.

FREITAS, M.L.M. **Variação genética em progênes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) - Anacardiaceae - em diferentes sistemas de plantio.** Ilha Solteira, 1999. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

FREITAS, M.L.M., MORAES, M.L.T. Variação genética em progênes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em diferentes sistemas de plantio. I. Avaliação da altura. (Resumo C.163). In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 43, 1997, Goiânia. **Resumos...**, Goiânia: Sociedade Brasileira de Genética, 1997, v.20, n. 3, p.176.

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, n.1, p.47-56, 1997.



GERALDI, I.O. **Estimação de parâmetros genéticos para caracteres do pendão de milho (*Zea mays* L.) e perspectivas de melhoramento.** Piracicaba, 1977. 103p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

GIANNOTTI, E., TIMONI, J.L., MARIANO, G., COELHO, L.C.C., FONTES, M.A. KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética entre procedências e progênes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Silvicultura em São Paulo*, v.16A, n.2, p.970-5, 1982.**

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. *Diário Oficial*, Brasília, 23 de jan. de 1992. 869-873.**

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

KAGEYAMA, P.Y., BIELLA, L.C., PALERMO JÚNIOR, A. **Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. *Anais...* São Paulo: SBS/SBEF, 1990. p. 109-18.**

KAGEYAMA, P.Y., GÂNDARA, F.B. **Revegetação de áreas ciliares. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS, 2, 1999, Piracicaba. *Seminário...* Piracicaba: IPEF, 1999.**

KAGEYAMA, P.Y., PATIÑO-VALERA, F. **Conservación y manejo de recursos genéticos forestales: factores que influyen en la estructura y diversidad de los**

ecossistemas forestales. In: CONGRESSO FLORESTAL MUNDIAL, 9, 1985, México. **Anais...** México:s.n., 1985.

KAGEYAMA, P.Y., SANTARELLI, E., GANDARA, F.B., GONÇALVES, J.C., SIMIONATO, J.L., ANTIQUEIRA, L.R., GERES, W.L. Revegetação de áreas degradadas: modelos de consorciação com alta diversidade. In: SIMPÓSIO SUL - AMERICANO, 1, SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p.569-76.

KAGEYAMA, P.Y., SOUZA, L.M.I., VIANA, V.M. Perspectivas para viabilização da produção de sementes de espécies arbóreas nativas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992, São Paulo. **Anais...**São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.1044-9.

KHATOOUNIAN, C.A. **Produção de alimentos para consumo doméstico no Paraná:** caracterização e culturas alternativas. Londrina: IAPAR, 1994. 193p. (IAPAR. Circular, 81).

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. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

LI, C.C. **Path analysis:** a primer. Boxwood: Pacific Grove, 1975. 346p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368p.

(*) MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

- MARTINEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: GOMEZ-POMPA, A., DEL AMO, S. **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz**. México, v.2, p.191-239, 1985.
- MARTINS, P.S. Estrutura populacional, fluxo gênico e conservação *in situ*. **IPEF**, v.35, p.71-8, 1987.
- MEDEIROS, A.C.S. **Comportamento fisiológico, conservação de germoplasma a longo prazo e previsão de longevidade de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.)**. Jaboticabal, 1996. 127p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- MILZ, J. **Guía para el establecimiento de Sistemas Agroforestales en Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque**. La Paz: Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (DED), 1997. 92p.
- 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., KAGEYAMA, P.Y., SIQUEIRA, A.C.M.F., KANO, N.K., CAMBUIM, J. **Variação genética em duas populações de aroeira (*Astronium urundeuva* - Fr. All.) Engl. Anacardiaceae)**. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992, São Paulo. **Anais...**, São Paulo: Instituto Florestal, 1992, p.1241-5.

- MORAES, M.L.T., FREITAS, M.L.M. Recuperação florestal com espécies nativas, o caso da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS FLORESTAIS PARA O MATO GROSSO DO SUL, 1, 1997, Dourados. **Resumos...** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p.9-15. (EMBRAPA - CPAO. Documentos, 10).
- NOGUEIRA, J.C.B. Reflorestamento heterogêneo com essências indígenas. São Paulo: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1977. p.1-74 (Boletim técnico, 24).
- OLIVEIRA, S.A. **Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob diferentes condições de cultivo.** Ilha Solteira, 1999. 63p. (Trabalho de Graduação - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista).
- PAIVA, J.R. **Variabilidade genética em florestas tropicais.** Piracicaba, 1988. 61p. Trabalho apresentado à disciplina "Tópicos Especiais de Melhoramento" do CPG "Genética e Melhoramento de Plantas". Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- PASSOS, C.A.M., COUTO, L. Sistemas florestais potenciais para o Estado de Mato Grosso do Sul. In SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS FLORESTAIS PARA O MATO GROSSO DO SUL, 1, 1997, Dourados, **Resumos...**, Dourados: EMBRAPA - CPAO, 1997. p.16-22. (EMBRAPA - CPAO. Documentos, 10).
- POSEY, D.A. Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of Kayapó indians of the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v.3, p. 139-58, 1985.
- QUAGGIO, J.A., RAIJ, B. van, PIZA Jr, C.T. Frutíferas. In: RAIJ, B.van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A, FURLANI, A.M.C. **Recomendações**

de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas. Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. p.121-3 (Boletim técnico 100).

RIBEIRO, J.H. Aroeira: durável além de uma vida. **Globo Rural**, v.5, p.85-90, 1989.

REIS, M.S. **Distribuição e dinâmica da variabilidade genética em populações naturais de palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius).** Piracicaba, 1996. 210p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SANTIN, D. A. **Revisão taxonômica do gênero *Astronium* Jacq. e reavaliação do gênero *Myracrodruon* Fr. Allem. (Anacardiaceae),** Campinas, 1989. 178p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

SIQUEIRA, A.C.M.F. **Conservação dos recursos genéticos de essências nativas.** (Relatório CNPq de Bolsa de pesquisa). 1996.

SIQUEIRA, A.C.M.F., NOGUEIRA, J.C.B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo.). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992, São Paulo. **Anais...**, São Paulo: Instituto Florestal, 1992, p.1187.

STRANGHETTI, V. **Levantamento florístico das espécies vasculares de uma floresta estacional no norte do Estado de São Paulo, Estação Ecológica de Paulo de Faria.** Campinas, 1996. 164p. Tese (Doutorado em Biologia) – Instituto de Biologia Universidade Estadual de Campinas.

TELLES JÚNIOR, A.Q. **O cheiro do mato: sombreamento do cafeeiro.** Rio de Janeiro: AS-PTA, 1991. 26p. (Cadernos de T.A.).



VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.**

Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.

VIVAN, J.L. **Pomar ou floresta: princípios para o manejo de agroecossistemas.**

Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 96p. (Cadernos de T.A.)

WHITMORE, T.C. On pattern and process in forest. In: NEWMAN, E.J. **The plant community as a working mechanism.** London: British Ecological Society, 1982. p.45-59. (Series of the British Ecological Society - Blackwell Scientific Publications).

WHITMORE, T.C. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. In: GOMES-POMPA, A. WHITMORE, T.C., HADLEY, M. **Rain Forest regeneration and management.** Paris: UNESCO/Parthenon Publishing, 1991, p. 67-90. (Man and biosphere series, 6).



APÊNDICE



TABELA 1A. Resultado da Análise de Solo, da profundidade de 0-20 cm:

Local	P resina mg/cm ³	M.O %	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V %
				meq / 100 cm ³							
Linha	9	3,0	4,3	0,12	1,5	0,1	5,2	0,80	1,7	6,9	24
Entre linha	10	2,7	4,2	0,16	0,9	0,1	4,7	1,00	1,1	5,8	19

TABELA 2A. Estimativa de médias das características silviculturais: número de ramificações em relação ao fuste principal (NRA) e altura da primeira bifurcação (APB) das populações de aroeira do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), a um ano de idade, em Selvíria (MS).

NRA				APB			
RN		SP		RN		SP	
Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.
4	4,11	20	5,66	9	4,09	8	3,53
3	3,85	3	5,30	1	3,80	30	3,37
5	3,72	29	5,28	8	3,62	20	3,33
11	3,69	5	5,18	2	3,49	29	3,07
8	3,56	25	5,14	5	3,44	4	2,97
9	3,55	21	4,57	3	3,38	19	2,63
6	3,43	30	4,47	7	3,35	15	2,60
1	3,34	8	4,24	12	3,28	14	2,46
10	3,01	19	4,16	4	3,20	26	2,43
2	2,74	22	4,13	11	3,06	9	2,42
12	2,70	13	4,13	6	2,82	23	2,41
7	2,66	10	4,13	10	2,81	21	2,37
		12	3,98			7	2,31
		6	3,82			27	2,22
		18	3,81			17	2,16
		1	3,70			22	2,15
		23	3,65			5	2,09
		16	3,59			13	1,97
		15	3,56			1	1,93
		4	3,55			28	1,87
		14	3,52			18	1,83
		24	3,46			25	1,81
		28	3,41			10	1,78
		26	3,33			6	1,62
		2	3,23			2	1,60
		11	3,22			24	1,58
		27	2,98			16	1,44
		17	2,94			11	1,42
		9	2,83			3	1,36
		7	2,70			12	1,23

TABELA 3A. Estimativa de médias para as características silviculturais: diâmetro a altura de 30 cm (D30) e altura total (ALT) das populações de aroeira do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP) a um ano de idade, em Selvíria (MS).

D30				ALT			
RN		SP		RN		SP	
Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.
3	1,73	19	2,20	3	1,99	20	2,19
9	1,48	20	2,20	4	1,74	19	2,18
8	1,35	25	2,20	9	1,68	29	2,11
11	1,34	23	2,19	1	1,66	23	2,09
4	1,32	22	2,11	6	1,58	3	2,08
6	1,32	29	2,08	7	1,57	22	2,08
10	1,28	8	2,06	8	1,54	13	2,08
1	1,23	3	2,06	10	1,52	12	2,06
7	1,22	21	2,03	5	1,50	21	2,06
5	1,17	5	1,97	11	1,50	30	2,04
12	1,11	2	1,96	12	1,46	25	2,00
2	1,04	30	1,94	2	1,36	8	2,00
		15	1,94			2	1,99
		13	1,92			4	1,96
		26	1,89			27	1,96
		4	1,85			10	1,94
		11	1,84			5	1,94
		10	1,83			15	1,94
		9	1,83			9	1,94
		12	1,83			17	1,85
		24	1,82			11	1,84
		28	1,77			26	1,84
		16	1,75			24	1,84
		27	1,75			16	1,83
		17	1,75			28	1,80
		6	1,74			6	1,78
		7	1,63			1	1,76
		18	1,62			18	1,74
		1	1,55			14	1,67
		14	1,39			7	1,66

TABELA 4A. Estimativa de médias para as características nutricionais das folhas: Nitrogênio (N) e Fósforo (P) das populações de aroeira do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), a dois anos de idade, em Selvíria (MS).

Nitrogênio				Fósforo			
RN		SP		RN		SP	
Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.
11	24,61	21	24,20	10	2,16	24	2,74
10	24,02	24	24,03	7	2,10	1	2,73
5	23,89	1	23,57	11	2,08	26	2,66
6	23,64	6	23,40	4	2,07	17	2,64
4	23,46	26	23,36	6	2,06	21	2,63
8	23,43	17	23,26	2	2,04	27	2,60
7	23,29	18	23,24	5	2,03	18	2,58
9	22,96	29	23,22	8	1,99	7	2,56
2	22,90	3	23,12	3	1,94	8	2,56
12	22,69	15	23,10	1	1,92	13	2,54
1	22,59	9	23,10	12	1,89	23	2,54
3	22,38	8	23,08	9	1,89	14	2,52
		19	23,03			12	2,46
		22	22,96			11	2,46
		10	22,94			16	2,42
		13	22,87			5	2,42
		23	22,77			2	2,41
		27	22,75			22	2,40
		11	22,68			10	2,39
		4	22,56			25	2,39
		2	22,54			15	2,34
		30	22,28			4	2,32
		25	22,26			9	2,32
		20	22,19			28	2,32
		28	21,98			6	2,32
		16	21,93			19	2,30
		5	21,93			20	2,29
		7	21,84			3	2,28
		12	21,58			29	2,25
		14	21,07			30	2,22

TABELA 5A. Estimativa de médias para as características nutricionais das folhas:
Potássio (K) e Cálcio (Ca) das populações de aroeira do Seridó
(RN) e de Paulo de Faria (SP), a dois anos de idade, em Selvíria
(MS).

Potássio				Cálcio			
RN		SP		RN		SP	
Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.
6	8,60	11	13,60	3	6,84	14	8,77
1	8,40	23	13,20	12	6,41	20	8,03
7	7,70	26	12,80	1	6,37	24	7,99
3	7,60	1	12,40	5	6,17	10	7,72
11	7,55	13	12,20	7	6,10	22	7,69
4	7,40	12	11,80	11	5,99	6	7,59
2	7,20	24	11,60	4	5,93	9	7,57
8	7,10	7	11,60	9	5,86	18	7,55
10	7,10	21	11,20	2	5,85	1	7,37
9	7,10	5	11,00	8	5,83	15	7,32
5	6,90	18	10,80	10	5,73	21	7,28
12	6,10	20	10,80	6	5,63	29	7,05
		14	10,60			12	7,01
		2	10,40			2	6,97
		27	10,40			5	6,84
		10	10,00			25	6,71
		25	10,00			30	6,64
		17	10,00			8	6,60
		15	9,80			7	6,59
		8	9,80			4	6,53
		6	9,80			17	6,49
		4	9,60			3	6,40
		9	9,40			27	6,27
		16	9,40			16	6,19
		19	9,20			28	6,12
		28	9,20			26	6,08
		3	9,00			11	6,01
		22	9,00			13	5,96
		29	8,80			19	5,95
		30	8,60			23	5,64

TABELA 6A. Estimativa de médias para as características nutricionais das folhas: Magnésio (Mg) e Enxofre (S) das populações de aroeira do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), a dois anos de idade, em Selvíria (MS).

Magnésio				Enxofre			
RN		SP		RN		SP	
Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.
2	2,43	28	2,74	10	1,21	24	1,18
4	2,24	7	2,52	8	1,17	8	1,63
8	2,17	29	2,43	11	1,14	26	1,13
6	2,16	17	2,39	5	1,13	21	1,12
5	2,01	1	2,36	9	1,10	6	1,12
7	1,99	6	2,35	7	1,09	4	1,10
10	1,99	20	2,30	6	1,09	2	1,09
12	1,97	25	2,27	2	1,08	11	1,08
11	1,94	21	2,22	1	1,08	9	1,07
9	1,92	9	2,21	3	1,06	16	1,07
1	1,90	16	2,15	12	1,05	19	1,05
3	1,56	13	2,13	4	1,05	17	1,04
		2	2,12			10	1,03
		10	2,12			12	1,03
		5	2,11			23	1,01
		15	2,10			1	1,00
		11	2,05			7	0,99
		22	2,04			18	0,99
		27	2,01			5	0,97
		12	1,98			29	0,97
		3	1,97			22	0,97
		26	1,95			27	0,96
		24	1,94			3	0,96
		4	1,94			14	0,95
		14	1,91			25	0,95
		30	1,87			13	0,95
		8	1,85			28	0,91
		19	1,75			15	0,91
		23	1,71			30	0,90
		18	1,58			20	0,88

TABELA 7A. Estimativa de médias das características silviculturais: diâmetro a altura de 30 cm (D30) e altura total (ALT), das populações de aroeira do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), a dois anos de idade, em Selvíria (MS).

D30				ALT			
RN		SP		RN		SP	
Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.
3	3,40	20	4,75	3	2,42	29	3,58
9	3,01	3	4,58	9	2,30	3	3,47
4	2,87	23	4,52	4	2,29	22	3,44
6	2,86	19	4,43	6	2,14	20	3,43
8	2,86	30	4,36	11	2,11	19	3,36
11	2,80	22	4,34	8	2,09	23	3,30
1	2,70	25	4,33	10	2,03	11	3,27
7	2,60	24	4,30	5	2,02	15	3,25
5	2,46	5	4,30	7	2,00	10	3,25
10	2,43	8	4,28	1	2,00	8	3,23
2	2,30	9	4,26	2	1,79	2	3,23
12	2,23	10	4,25	12	1,69	9	3,22
		21	4,25			4	3,22
		13	4,24			5	3,21
		2	4,21			30	3,19
		15	4,15			13	3,17
		4	4,11			21	3,14
		11	4,09			25	3,12
		26	4,06			16	3,11
		29	4,03			24	3,07
		18	3,95			27	3,07
		17	3,94			26	3,03
		27	3,91			18	3,02
		12	3,90			17	3,01
		16	3,84			6	3,00
		28	3,81			28	2,90
		1	3,81			12	2,82
		6	3,79			7	2,58
		7	3,77			1	2,56
		14	3,63			14	2,51

TABELA 8A. Estimativa de médias para as características silviculturais: forma do fuste (FOR) e diâmetro médio da copa, das populações de aroeira do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), a dois anos de idade, em Selvíria (MS).

FOR				DMC			
RN		SP		RN		SP	
Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.	Prog	Méd.
10	2,02	22	3,58	3	2,09	19	2,66
3	1,98	5	3,42	9	1,91	25	2,41
9	1,84	29	2,99	8	1,83	24	2,40
5	1,79	21	2,87	4	1,80	27	2,39
6	1,72	23	2,85	1	1,74	12	2,39
12	1,72	9	2,85	6	1,73	2	2,37
4	1,70	30	2,81	7	1,70	20	2,33
11	1,63	15	2,77	11	1,66	15	2,33
7	1,62	3	2,70	5	1,59	13	2,32
2	1,61	11	2,58	2	1,55	14	2,30
8	1,58	8	2,53	12	1,51	3	2,27
1	1,50	16	2,53	10	1,47	5	2,26
		20	2,49			23	2,25
		19	2,48			4	2,25
		13	2,44			10	2,23
		25	2,33			7	2,21
		2	2,30			11	2,20
		6	2,26			8	2,20
		7	2,23			18	2,19
		17	2,18			1	2,19
		10	2,16			30	2,19
		1	2,04			9	2,14
		26	2,02			16	2,14
		28	1,96			21	2,13
		12	1,95			28	2,11
		14	1,93			26	2,10
		24	1,92			6	2,08
		4	1,87			17	2,07
		27	1,79			29	2,04
		18	1,70			22	2,01

TABELA 9A. Estimativas das variâncias dentro ($\hat{\sigma}_d^2$), do erro ($\hat{\sigma}_e^2$), entre progênes ($\hat{\sigma}_p^2$), aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$), fenotípica ($\hat{\sigma}_f^2$) e fenotípica média ($\hat{\sigma}_{fm}^2$) de características silviculturais e nutricionais de duas populações de aroeira: Seridó (RN) e Paulo de Faria (SP), no 1º e 2º ano de idade em Selvíria (MS).

POP	ANO	Carac.	$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_f^2$	$\hat{\sigma}_{fm}^2$
RN	1	NRA	3,6434	0,0017	0,1089	0,4355	3,7540	0,2108
		PBT	3,9629	-0,1144	0,0663	0,2650	3,9148	0,1575
		D30	0,1710	0,0092	0,0135	0,0539	0,1937	0,0192
		ALT	0,2160	0,0230	0,0051	0,0204	0,2441	0,0141
	2	D30	0,5311	0,0596	0,0543	0,2173	0,6451	0,0771
		ALT	0,2657	-0,0016	0,0250	0,1000	0,2892	0,0331
		FOR	0,6262	0,0104	-0,0018	-0,0073	0,6348	0,0184
		DMC	0,1489	0,01377	0,0162	0,0647	0,1788	0,0223
SP	1	NRA	6,9161	0,1347	0,2681	1,0723	7,3188	0,6159
		PBT	4,9449	0,1870	0,0992	0,3966	5,2311	0,3783
		D30	0,3051	0,0288	0,0191	0,0765	0,3530	0,0407
		ALT	0,3202	0,0204	0,0011	0,0045	0,3417	0,0204
	2	D30	0,7817	0,0409	0,0267	0,1068	0,8493	0,0712
		ALT	0,3908	0,0489	0,0335	0,1339	0,4732	0,0656
		FOR	1,2392	0,0611	0,1475	0,5898	1,4477	0,2179
		DMC	0,1831	0,0118	0,0075	0,0299	0,2023	0,0187

TABELA 10A. Estimativas das variâncias do erro ($\hat{\sigma}^2$), entre progênes ($\hat{\sigma}_p^2$), aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$) e fenotípica média ($\hat{\sigma}_{fm}^2$) para as características nutricionais de duas populações de aroeira: do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP) a 1 ano de idade, em Selvíria (MS).

Pop	Caract.	Variâncias			
		$\hat{\sigma}^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_{fm}^2$
RN	N	0,7125	0,2546	1,0183	0,3733
	P	0,0089	0,0056	0,0224	0,0071
	K	1,1144	0,2506	1,0023	0,4363
	Ca	0,6074	-0,0301	-0,1204	0,0711
	Mg	0,1800	0,0084	0,0334	0,0384
	S	0,0071	0,0011	0,0046	0,0023
SP	N	0,9773	0,1699	0,6797	0,4957
	P	0,0383	0,0083	0,0332	0,0211
	K	2,8534	0,8953	3,5812	1,8464
	Ca	1,1850	0,1703	0,6814	0,5653
	Mg	0,1510	0,0123	0,0491	0,0626
	S	0,0117	0,0026	0,0104	0,0065

TABELA 11A. Quadrados médios para populações (POP) e família dentro de populações (FAM/POP), para as características silviculturais e nutricionais, envolvendo as populações de aroeira do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), com um ano de idade, em Selvíria (MS).

SILVICULTURAIS (1º ano)							
FV	GL	NRA	PBT	D30	ALT		
POP	1	12,9561	54,2648	13,6417	4,9294		
FAM/POP	40	1,6861	1,0708	0,1202	0,0677		
ERRO	110	0,8372	0,7032	0,0503	0,0561		
SILVICULTURAIS (2º ano)							
FV	GL	DMC	FOR	D30	ALT		
POP	1	10,6545	19,6948	79,0764	43,2624		
FAM/POP	40	0,0775	0,5044	0,2820	0,1974		
ERRO	110	0,0353	0,1689	0,1349	0,0740		
NUTRICIONAIS							
FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
POP	1	12,4744	7,3048	377,8182	28,2345	0,2637	0,2734
FAM/POP	40	1,6941	0,0575	4,7359	1,3470	0,1995	0,0180
ERRO	110	0,8521	0,0244	2,0313	0,9119	0,1647	0,0096

TABELA 12A. Estimativas de correlações fenotípicas, em nível de média, utilizadas para a obtenção das correlações canônicas na população de aroeira do Seridó - RN.

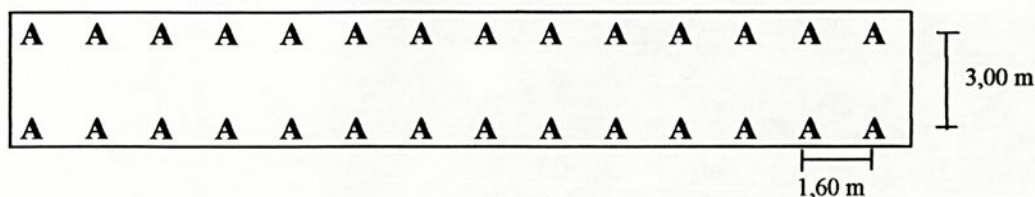
	D30	ALT	FOR	DMC	N	P	K	Ca	Mg	S
D30	1,00	0,90	-0,14	0,93	0,03	-0,12	0,46	-0,12	-0,35	-0,06
ALT	0,90	1,00	0,18	0,76	0,26	0,12	0,39	-0,31	-0,25	0,10
FOR	-0,14	0,18	1,00	-0,30	0,34	0,27	-0,37	-0,37	-0,13	0,48
DMC	0,93	0,76	-0,30	1,00	-0,28	-0,36	0,34	0,05	-0,31	-0,25
N	0,03	0,26	0,34	-0,28	1,00	0,71	0,07	-0,50	0,10	0,62
P	-0,12	0,12	0,27	-0,36	0,71	1,00	0,24	-0,50	0,28	0,43
K	0,46	0,39	-0,37	0,34	0,07	0,24	1,00	-0,23	-0,01	-0,13
Ca	-0,12	-0,31	-0,37	0,05	-0,50	-0,50	-0,23	1,00	-0,60	-0,46
Mg	-0,35	-0,25	-0,13	-0,31	0,10	0,28	-0,01	-0,60	1,00	-0,05
S	-0,06	0,10	0,48	-0,25	0,62	0,43	-0,13	-0,46	-0,05	1,00

TABELA 13A. Estimativas de correlações fenotípicas, em nível de média, utilizadas para a obtenção das correlações canônicas na população de aroeira de Paulo de Faria - SP.

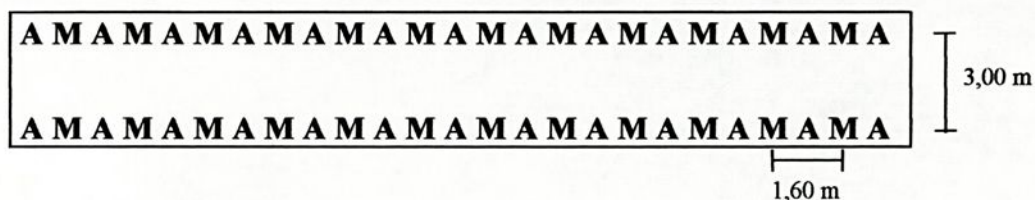
	D30	ALT	FOR	DMC	N	P	K	Ca	Mg	S
D30	1,00	0,76	0,51	0,30	0,24	-0,32	-0,09	-0,09	-0,33	-0,10
ALT	0,76	1,00	0,60	0,01	0,31	-0,53	-0,34	-0,20	-0,22	-0,03
FOR	0,51	0,60	1,00	-0,26	0,08	-0,39	-0,22	-0,05	0,03	-0,18
DMC	0,30	0,01	-0,26	1,00	-0,19	-0,03	0,10	-0,09	-0,38	-0,08
N	0,24	0,31	0,08	-0,19	1,00	0,33	0,07	0,03	-0,09	0,48
P	-0,32	-0,53	-0,39	-0,03	0,33	1,00	0,66	0,02	-0,12	0,41
K	-0,09	-0,34	-0,22	0,10	0,07	0,66	1,00	-0,17	-0,14	0,23
Ca	-0,09	-0,20	-0,05	-0,09	0,03	0,02	-0,17	1,00	0,04	-0,03
Mg	-0,33	-0,22	0,03	-0,38	-0,09	-0,12	-0,14	0,04	1,00	-0,10
S	-0,10	-0,03	-0,18	-0,08	0,48	0,41	0,23	-0,03	-0,10	1,00

FIGURA 1A. Esquemas de plantio no campo:

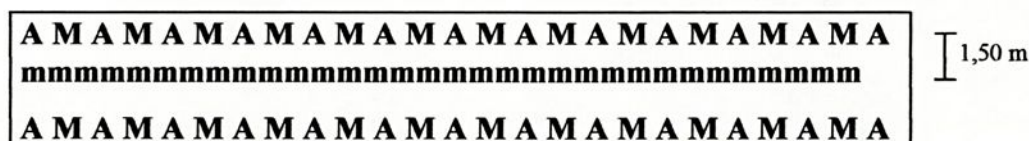
Abril a outubro/1997: (A = Aroeira)



Outubro a dezembro/1997: (A = Aroeira; M = Mamona)



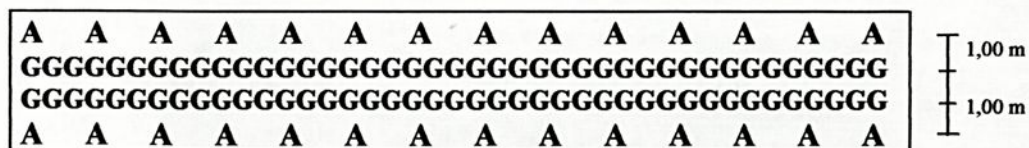
Dezembro/1997 a abril/1998: (A = Aroeira; M = Mamona; m = Milho)



Abril a outubro/1998: (A = Aroeira; M = Mamona)



Novembro/1998 a março/1999: (A = Aroeira; G = Guandu)



Maio de 1999: (A = Aroeira; C = Café)

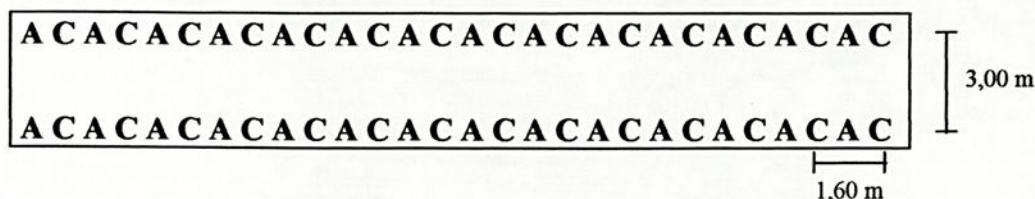


FIGURA 2A. Croqui da área

Linha	Seridó RN (Famílias)				Rep	Paulo de Faria SP (Famílias)					Rep
1	7	1	2	12	A	5	16	15	19	14	A
2	9	8	11	3		27	7	20	28	12	
3	5	10	6	4		11	10	4	17	22	
4	12	3	4	7	B	3	6	30	21	24	
5	8	2	9	1		26	23	2	13	8	
6	5	11	6	10		9	1	29	25	18	
7	5	2	12	4	C	7	30	8	9	17	B
8	10	7	3	9		15	22	23	19	25	
9	11	8	1	6		1	12	11	2	29	
10	11	6	9	1	D	16	20	21	26	3	
11	7	5	11	12		24	13	14	28	27	
12	10	2	4	8		18	5	10	6	4	
13	4	6	5	10	E	6	4	8	24	16	C
14	8	2	11	9		5	20	22	14	10	
15	1	11	12	7		29	30	26	1	15	
16	9	5	11	12	F	23	25	9	7	2	
17	6	1	10	2		21	11	19	27	28	
18	4	11	8	7		12	13	3	17	18	

• **POPULAÇÃO SÉRIDÓ - RN**

12 famílias X 6 repetições X 10 plantas/parcela = 720 plantas

• **POPULAÇÃO PAULO DE FARIA - SP**

30 famílias x 3 repetições x 10 plantas/parcela = 900 plantas

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

