



UNESP

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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

1210001185



Variação Genética de Progenies de *Astronium
fraxinifolium* Shott e *Jacarandá cuspidifolia*
Mart em Consórcio
Aluna: Ananda Virginia de Aguiar
Orientador: Mário Luiz Teixeira de Moraes

Te.1185

**VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Astronium*
fraxinifolium Schott E *Jacaranda cuspidifolia* Mart EM
CONSÓRCIO**

leia a partir
do pag 52

ANANDA VIRGINIA DE AGUIAR

Engenheira Agrônoma

1210001185



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

Proc. 040/2001 - NPD 060/01

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCN. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TOMPO
02.07.01	30.07.01
RECEBIDA POR	ENTREGUE POR
Aiça	Tz. 1185
AQUISIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Wloarad Antoi R\$10,00	A282 v

5010305 - Melhoramento
vegetal

**ILHA SOLTEIRA-SP
FEVEREIRO-2001**

A282v Aguiar, Ananda Virginia de
Variação genética em progênies de *Astronium fraxinifolium* Schott E *Jacaranda cuspidifolia* Mart em consórcio / Ananda Virginia de Aguiar -- Ilha Solteira, 2001
viii, 126p. ; 31cm

Dissertação(mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração: Sistemas de Produção, 2001

Orientador: Mario Luiz Teixeira de Moraes

Co-Orientador: João Antonio da Costa Andrade

Bibliografia: p.87-103

1.Espécies arbóreas nativas-Melhoramento genético 2.Teste de progênies
3.Variação genética 4.Conservação genética I.T.

“Variação Genética de Progenies de *Astronium fraxinifolium* Shott e *Jacarandá cuspidifolia* Mart em Consórcio”

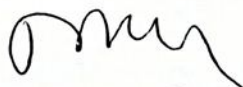
Ananda Virginia de Aguiar

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

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes
Orientador



Prof. Dr. Paulo Yoshio Kageyama



Prof. Dr. Lázaro José Chaves

Ilha Solteira – SP
fevereiro de 2001

**VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Astronium*
fraxinifolium Schott E *Jacaranda cuspidifolia* Mart EM
CONSÓRCIO**

ANANDA VIRGINIA DE AGUIAR

Engenheira Agrônoma

ORIENTADOR: PROF. DR. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE

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

**ILHA SOLTEIRA-SP
FEVEREIRO-2001**



**VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Astronium*
fraxinifolium Schott E *Jacaranda cuspidifolia* Mart EM
CONSÓRCIO**

ANANDA VIRGINIA DE AGUIAR

APROVADO EM 02/02/2001

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES

FEIS/UNESP

Prof. Dr. PAULO YOSHIO KAGEYAMA

ESALQ/USP

Prof. Dr. LÁZARO JOSÉ CHAVES

UFG

Prof. Dr. MARIO LUIZ TEIXEIRA DE MORAES
Orientador



A DEUS e aos meus pais, Hilda
Aguiar e Carlos Aguiar, base da
minha vida.

DEDICO

À minha segunda família (Helga,
Ingrid, Stéfannie, Ive Mary e Érica),
aos meus irmãos (Sandra, Ronnie,
Lânia, Rutiléia, Zé Herley, Penha,
Sirley e Sirlete) e ao meu namorado,
amigo e companheiro (Fernando).

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- À mãe natureza com toda a sua beleza, cores, encantos, espécies e magias.
- À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista pela oportunidade de estudo.
- À FAPESP, pela concessão da bolsa e reserva técnica, o que possibilitou a concretização desse trabalho.
- Ao Professor Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes, pelo exemplar profissionalismo, pelos ensinamentos, pela amizade e acima de tudo por ter sido um verdadeiro pai.
- Ao Professor Dr. João Antonio da Costa Andrade, pelas proveitosas discussões e orientações na parte de estatística e genética, que possibilitaram a conclusão desse estudo.
- Aos membros da banca examinadora, os Professores Dr. Paulo Yoshio Kageyama e Dr. Lázaro José Chaves, pelas valiosas sugestões que ajudaram a enriquecer o trabalho.
- Aos professores da FEIS-UNESP, em especial aos Professores Marco Eustáquio de Sá, Salatier Buzetti, Marlene Cristina Alves, Aparecida Conceição Boliani, Pedro C. dos Santos, Regina Castilho e Kátia Maltoni pelos ensinamentos e amizade.
- Aos maravilhosos amigos da Pós-graduação, que compartilhei vários momentos durante essa caminhada (festas, estudos, alegrias e tristezas): Geovane, Horácio, Marta, Fernando ("Prost"), Edson, Lazara, Ary Gertes, Adriana Junqueira, Ana Cristina, Wilson, Cristiane, Débora, Cassiano, Simone Oliveira, Fabiano Andrei ("Gaúcho"), Simão, Cláudio Ricardo, Patrícia, Renata, Sônia, Alexandra, Maria Luíza, Vicente, José Weselli, Zigomar, Daniela campos, Daniela Zanetta, Ricardo Alarcom, Neli, Lúcia, Marcílio, Miguel Freitas, Natal, Flávia, Fernando Azevedo, André, Karla, Suzana, Heloísa e Marcos (Geléia).
- A todos os amigos e colegas que me deram muita força e alegria, em especial aos que estiveram mais presentes: Gisele Abicalil, Laura Simões, Amanda Simões, Bárbara Simões, Janete, Ana Paula Simões, Andrea Nunes, Ana Paula Encide, Michella, Denise, Giancarlos, Ana Carolina, Sineide, Giovana, Valdirene, Rosângela, Ronaldo Cintra, Leonice Cintra, Simone Gomes, Lígia, José Junior Alves, Ricardo, Gustavo, Eduardo, Érica, Ana Cláudia, Cidinei, Mafalda, Renata (Ary), Renata (Cass) Lucas Caetano, Juliano, Júlio, Caridad, Saulo, Alexandrino, Sandra, Rubens, Luciana, Marcos Cestare, Omar, Danilo, Osmar e Nena.



- Aos técnicos de laboratório da FEIS/UNESP: Alexandre Marques da Silva, Selma Maria Bozzite de Moraes, André Luiz da Silva, Adelaide Aparecida Buzetti de Sá, Valdivino dos Santos e Jonh Kleber, por me ajudar sempre, principalmente nas horas mais necessárias, pelo carinho e amizade.

- Ao amigo Isaque Milton da Silva Moura, pela ajuda inicial, amizade e carinho.

- A todos os Funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa (FEP-Cerrado) da FEIS-UNESP, em especial: Manoel Fernando Rocha Bonfim, José Cambuim, Ailton dos Reis, Alonso Angelo da Silva, Jair José dos Santos, Joaquim Dias de Souza, Odorico Santos da Silva, Alvino da Silva, Irso Alves da Silva e Durvalino Norato Ribeiro companheiros nos trabalhos de campo e nas horas de descanso e descontração, que muito contribuíram com informações, sugestões para concretização desse trabalho.

- As funcionários da Biblioteca Central, em especial ao João Josué Barbosa e a Sandra Maria Clemente de Souza, pelo excelente atendimento.

- A todos os funcionários da FEIS/UNESP, principalmente: Arlindo Avanzo Urzulin, Maria Fátima Sabino, Cleusa N. Beltrane, Maria de Fátima da Cruz, Zé Carlos de Oliveira, Márcia Borreli Achtschin, Antônia Gomes Cambuim, Domingos Pinto Carneiro, Cássia Cristina Rossi Ricci, Rosemeire Cantão Paris e Ângela M.M. Kato, pelo excelente profissionalismo.

- A todos os Motoristas e Guardas da FEIS-UNESP, pelo profissionalismo e responsabilidade.

- Ao Professor Dr. Carlos A. H. Flechtmann pelo apoio, incentivo e amizade.

- A professora Marília R. P. Noronha pelos toques importantes sobre as florestas tropicais.

- A toda a minha família: sobrinhos, tios, primos, cunhados e amigos do estado do Rio de Janeiro que de uma forma indireta contribuíram muito para permanência muitas horas longe de casa.

- À família Lins, Especialmente a Rose, Zé e Vanessa pelo apoio e carinho.

- Às famílias Bortolozo, Augusto, Fazzio e Ferreira pelo apoio e carinho.

- À Ilha Solteira, em especial ao Professor Noelyo Fonseca e a Cia de Dança Noleyo Fonseca, pelos momentos maravilhosos que me proporcionaram durante o curso.



ÍNDICE

	Páginas
RESUMO	ix
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Considerações gerais sobre as espécies	3
2.1.1. Gonçalo-alves (<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott)	3
2.1.2. Jacarandá-caroba (<i>Jacaranda cuspidilifolia</i> Mart)	4
2.2. Zona de transição entre dois biomas	5
2.3. Populações naturais	8
2.4. Variabilidade em populações naturais	11
2.5. Teste de progênes e procedências	13
2.6. Parâmetros genéticos obtidos através de caracteres morfológicos	14
2.7. Importância da análise foliar para as espécies arbóreas	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Material	25
3.1.1. Obtenção das sementes	25
3.1.2. Caracterização da área experimental	26

3.2. Métodos	26
3.2.1. Instalação dos testes de progênes	26
3.2.2. Coleta de dados	26
3.3. Teste de Cochran, esquema de análise de variância e covariância	30
3.4. Análise do coeficiente de trilha	38
3.5. Análise das correlações canônicas	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Considerações gerais	40
4.2. Análise de variância	42
4.3. Estimativas dos parâmetros genéticos	50
4.4. Estimativas das correlações genéticas e fenotípicas	65
4.5 Estimativas das correlações canônicas	79
CONCLUSÕES	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
APÊNDICE	104



**VARIAÇÃO GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Astronium fraxinifolium* Schott E
Jacarandá cuspidifolia Mart EM CONSÓRCIO**

Autor: Ananda Virgínia de Aguiar

Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes

Co-orientador: Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade

RESUMO

O estudo de caracteres quantitativos é de fundamental importância para o entendimento da estrutura genética de populações de espécies arbóreas. Assim, foram instalados em março de 1996 na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira /UNESP, no município de Selvíria-MS, dois testes de progênies envolvendo duas populações de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) e uma de jacarandá-caroba (*Jacaranda cuspidifolia*) em consórcio. O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados, com 30 tratamentos (famílias) e 5 repetições, em uma disposição linear com 10 plantas por parcela de forma alternada, no espaçamento de 3,0 x 3,0 m. Foram avaliados dez caracteres silviculturais e seis nutricionais das populações de *Astronium fraxinifolium* e *Jacaranda cuspidifolia*, procurando-se desta forma fornecer subsídios para conservação genética "ex situ" dessas espécies. As populações estudadas apresentaram variabilidade genética para os todos caracteres analisados. Entre os caracteres silviculturais a altura e a espessura de casca apresentaram os maiores coeficientes de herdabilidade no sentido restrito em nível de média e para os nutricionais o N, Mg e S, para as duas espécies estudadas. Os resultados da análise de correlações canônicas evidenciaram que houve associações ou dependência entre os grupos de caracteres silviculturais e nutricionais identificando um comportamento diferenciado no que se refere a distribuição da variação dentro de populações. As espécies apresentaram um bom desenvolvimento na região e o consórcio entre as mesmas foi promissor. Portanto, a conservação genética "ex situ" dessas populações, é de extrema importância para sobrevivência das espécies estudadas.

GENETIC VARIATION OF *Astronium fraxinifolium* Schott AND *Jacaranda cuspidifolia* Mart PROGENY IN CONSORTIUM

Author: Ananda Virgínia de Aguiar

Advisor: Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes

Ce-advisor: Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade

SUMMARY

The study of quantitative traits is fundamental to knowledge genetic structure of forest tree populations. Therefore, on March 1996 at the Experimental Station of FEIS/UNESP, located in Selvíria, Mato Grosso do Sul State - Brazil, two progeny tests consisting of two populations of gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) and one of jacaranda-caroba (*Jacaranda cuspidifolia*) in consortium, were evaluated. The experimental design used was the randomized complete blocks, with 30 treatments (family) and five replications, with 10 plants in lines to each plot, at 3.0 m between rows and plants. Six nutritional and ten silvicultural traits were evaluated, in order to provide data to help in efforts for "ex situ" genetic conservation of these species. The populations studied showed genetic variation for the evaluated traits. To the silvicultural traits the height and thickness of bark showed the highest coefficient of heritability at average level in the narrow sense such as nutritional content to N, Mg e S for two studied species. Results of canonical correlations analyses showed association or dependence among the nutritional and silvicultural groups of traits, indicating an independent behavior of variation distribution within populations. The species had a good growth in the region and the consortium between those species was promising. Therefore, the "ex situ" genetic conservation of populations is of extreme importance for the survival of these species.

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais naturais são a cobertura mais adequada para proteção dos solos, além de fornecerem benefícios substanciais ecológicos e econômicos, como abrigo para muitas plantas e animais; proteção contra erosão e enxurradas; locais para recreações sociais; suprimento de materiais de uso da indústria; e outros como lenha, madeira e comida. Para que o equilíbrio entre a exploração dos recursos e a conservação da biodiversidade desse imenso complexo seja atingido é necessário a geração de conhecimento sobre dezenas de milhares de espécies animais e vegetais, bem como suas interações.

A imensurável diversidade das espécies que compõem os biomas tropicais, bem como a especificidade das espécies em relação ao meio que habitam, a baixa representatividade, a intensa taxa de desmatamento aliado à falta de conhecimento tem gerado grande preocupação e discussões de como preservar essas espécies. Considerando essa diversidade como fonte de recursos genéticos, a questão se torna mais assustadora, principalmente quando se pensa em termos de conservação genética.

Segundo (Yeh, 2000) as populações naturais raramente ocorrem isoladas, nem os fatores responsáveis pela a estrutura das mesmas. Portanto, os processos genéticos e sua dinâmica natural são fundamentais ao se considerar ambas as formas de conservações ("ex situ" e "in situ") e o uso dos recursos florestais. A redução no número de populações ou de indivíduos tem levado muitas espécies a atingirem uma limitação evolutiva, decorrente da perda de variabilidade genética, perdendo assim a habilidade de se adaptar a mudanças ambientais.

A conservação “in situ” de recursos genéticos, sem dúvida, seria a forma mais adequada, pois nesses casos toda uma comunidade de espécies, que tem valor potencial, está sendo mantida junto à espécie alvo, de valor econômico ou de interesse para a pesquisa. Porém, a representação dos biomas tropicais é muito baixa, tendo sobrado pequenos fragmentos cercados por grandes áreas agrícolas. Para algumas espécies, somente a conservação “in situ” pode não contribuir muito para sua sobrevivência, visto que estas se têm restringido a poucos indivíduos, em habitats totalmente degradados, como por exemplo, as espécies *Astronium fraxinifolium* (gonçalo-alves), da família Anacardeaceae, e *Jacaranda cuspidifolia* (jacarandá-caroba), da família Bignoniaceae, as quais encontram-se naturalmente associadas, com ocorrência restrita à margem de rodovias ou em pequenas reservas ecológicas.

A conservação “ex situ” através de testes de procedências e progênes, envolvendo essas espécies florestais ou outras, são essenciais para um melhor entendimento do comportamento biológico e da estrutura genética das populações, bem como a geração de estratégias de manejo adequadas para preservação das mesmas. Assim, neste trabalho, pretende-se determinar a variabilidade genética entre e dentro das populações de *Astronium fraxinifolium* e *Jacaranda cuspidifolia*, através das estimativas de parâmetros genéticos dos caracteres silviculturais e nutricionais, em plantio consorciado, proporcionando um entendimento melhor da estrutura genética dessas espécies para fins de fomento e conservação genética.



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Considerações gerais sobre as espécies

2.1.1. Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott)

Árvore da família Anacardiaceae, do gênero *Astronium*, compreende 13 espécies e 8 variedades, distribuída desde o México até a Argentina, incluindo a Ilha de Trindad Tobago, no Caribe. No Brasil, segundo a literatura, ocorrem 12 espécies, ocupando vários habitats, como o cerrado, ambientes de cerrado do Pantanal Mato-grossense, Caatingas, proximidades de Caatingas, matas ciliares, floresta Amazônica, Mata Atlântica, com larga distribuição de norte ao sul do país (Santin, 1989). A *A. fraxinifolium* é considerada a espécie de maior amplitude de distribuição no Brasil.

O gonçalo-alves possui nomes diferentes em diversas regiões do país como quebracho, guaritá, sete cascas, brita, pau gonçaves, aroeira d'água, aroeira, ubatan, gonçalavia e outros (Santin, 1989).

Rizzini (1978) considera a *A. fraxinifolium* uma espécie vicariante de a *A. lecointei*. Entretanto, a espécie da qual mais se aproxima é *A. graveolens*, pelas folhas, flores e frutos. A única diferença está no embrião. Em *A. fraxinifolium* a plúmula é diferenciada na parte mediana do eixo do hipocótilo-radícula, diferindo da *A. graveolens* que não apresenta essa diferenciação. As folhas, apesar de serem características para cada espécie, apresentam as mesmas variações com relação a forma e tamanho em ambas. O tronco suberoso desprende placas arredondadas, deixando depressões que caracterizam muito bem a espécie.

Do ponto de vista econômico, são árvores de madeira muito densa (densidade $1,09 \text{ g/cm}^3$), compacta, rígida, difícil de trabalhar, com alburno diferenciado de cor branca, excelente qualidade, com alto conteúdo de tanino, o que confere muita resistência a decomposição e imputrescibilidade quando por muito tempo em contato com o solo. A cor do seu cerne varia muito, desde vermelho escuro até o vermelho cor brasa, porém sempre com listras negras de formas diversas. A madeira é usada para a construção civil e naval, marcenaria, confecção de dormentes, corrimões, balaústres, mancais, esteios, rodas hidráulicas e portas de fino acabamento. A árvore, pelo porte médio e graciosidade de sua copa, é muito útil para o paisagismo em geral, tendo como único inconveniente a perda de folhas durante o inverno. Ecologicamente é classificada como planta decídua, heliófita e seletiva xerófita. É encontrada em terrenos rochosos e secos, onde forma agrupamentos descontínuos. Produz anualmente grande quantidade de sementes facilmente disseminadas pelo vento (Lorenzi, 1992).

Segundo Romero (1983), na Colômbia, *A. fraxinifolium* e *A. graveolens* são importantes no aspecto industrial marcada pela dureza de suas madeiras. Ambas são empregadas na construção de casas, viveiros e na fabricação de postes.

Allem (1991) estudou a biologia reprodutiva do gonçalo-alves na região do cerrado, ao longo da rodovia BR-020 (Brasília-Fortaleza), entre os municípios de Formosa e Alvorada do Norte-GO, evidenciando que as árvores de gonçalo-alves são masculinas, sem jamais apresentarem rudimento de ovário, ou femininas. A polinização é entomófila, não tendo o vento qualquer participação nos processos que conduzem a fecundação.

2.1.2. Jacarandá-caroba (*Jacaranda cuspidilifolia* Mart)

Árvore da família Bignoniaceae, pertencente ao gênero *Jacaranda*, a *Jacaranda cuspidilifolia* mede de 5 a 10 metros, com tronco de 30 a 40 cm de diâmetro. As folhas são bipinadas, com 8 a 10 jugas (pares de pinas), com 10 a 15 pares de folíolos brancos. É uma espécie de ocorrência na floresta latifoliada semidecídua da bacia do Paraná, podendo ser encontrada também em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, São Paulo e Paraná (Lorenzi, 1992).

No sul do país, aparecem as espécies *J. caroba* DC, *J. micrantha* Cham., *J. puberula* Cham., *J. cuspidifolia* Mart., todas conhecidas por caroba, podendo, no entanto, receber os nomes de caroba,



caiuá, jacarandá branco, caroba-branca, jacarandá-preto, pau-de-colher, pau-santo, carobeira etc., cujas madeiras são todas de cor branca e muito semelhantes. Esta por ser pesada, de cor branca, aspecto agradável e de resistência mecânica baixa, é indicada para caixotaria leve, miolo de painéis e de portas, chapas de partículas, sarrafos, acabamentos internos, como guarnições, rodapés, ripas, confecção de teclas de instrumentos musicais, cabos de vassouras, etc (Mainieri & Chimelo, 1989).

A árvore é extremamente ornamental, principalmente quando florida; pode ser empregada com sucesso no paisagismo, o que já vem sendo feito em muitas cidades de Minas Gerais. A planta é decídua, heliófita, pioneira, seletiva, xerófita, características de encostas rochosas da floresta latifoliada e transição para cerrado. Sua dispersão é maior em formações secundárias do Triângulo Mineiro e noroeste de São Paulo, onde é facilmente notada durante a floração em terrenos rochosos secos. É rara a sua ocorrência no interior da floresta primária densa. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis (Lorenzi, 1992).

Sampaio et al. (1989), trabalhando com caroba (*Jacaranda copaia*) em vários espaçamentos, obtiveram melhores resultados em volume de madeira útil no espaçamento de 2 x 3 m. A sobrevivência, altura total e DAP dessa espécie aos nove anos de idade não foram influenciadas pelos espaçamentos adotados. Segundo o autor, essa espécie, devido ao rápido crescimento, boa forma de fuste e elevada taxa de sobrevivência em campo, apresenta um bom potencial para programas de reflorestamento com espécies regionais

Sudam (1979) utilizou essa espécie para regeneração natural e obteve resultados excelentes (90% de sobrevivência). Em regime de plantio, na Estação Experimental de Curuá-Una apresentou bom índice de sobrevivência (81%). As sementes dessa espécie são aladas, muito pequenas (190.000 a 200.000 sementes/kg) e apresentam um poder germinativo em torno de 80%.

Estudos com gênero *Jacaranda* sp., têm demonstrado que as espécies são melitófilas, adaptadas a polinização por abelhas de tamanho médio e língua longa. As flores são hermafroditas e a produção de frutos é baixa em condições naturais (Vieira et al., 1992).

2.2. Zona de transição entre dois biomas florestais

A zonas de transição entre dois biomas principais são marcadas pela ocorrência de algumas espécies que se adaptam tanto em um bioma quanto em outro. Nesse caso é necessário conhecer

alguns aspectos gerais, mais marcantes, sobre o comportamento das espécies arbóreas nos dois biomas que serão considerados: floresta seca semidecídua e o cerrado.

Para as florestais tropicais, a auto renovação acontece pelo mecanismo da sucessão secundária, através da cicatrização de locais perturbados. A morte natural ou acidental de uma ou mais árvores resulta em uma abertura no dossel da floresta, conhecida como clareira (Denslow et al. 1991). As clareiras são reocupadas por plantas de diferentes grupos ecológicos (classe de tolerância a sombra) de espécies arbóreas, num processo sistemático e organizado. As classificações das árvores em grupos sucessionais basearam-se em observações de resposta à luz, densidades demográficas, germinação, e outras, citadas por diversos autores (Budowski, 1965; Denslow, 1980; Whitmore, 1982; Martinez-ramos, 1985; Kageyama et al., 1994). Assim, de uma forma geral, as espécies florestais foram agrupadas em 4 fases sucessionais: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climácicas (Budowski, 1965). Por outro lado Denslow (1980), classificou as espécies em 3 grupos ecológicos: de clareiras grandes, de clareiras pequenas e de não clareiras.

A partir dessa classificação, pesquisas com implantações mistas de espécies nativas vêm sendo conduzida de longa data, baseando-se na sucessão secundária. Esse parece ser o conceito que permite melhor separar as espécies em grupos com características similares, principalmente quanto ao grau de tolerância à sombra, em diferentes estágios de desenvolvimento das plantas, para seu uso em plantios mistos.

Por outro lado, para as espécies de cerrado os processos naturais de regeneração não obedecem ao modelo sucessional das florestas (pioneiras, secundárias, clímax), em que as espécies pioneiras recobrem o terreno, criando condições para o estabelecimento das espécies de estágios mais avançados de sucessão. No cerrado todas as espécies são heliófitas (com exceção de algumas poucas espécies que só ocorrem no cerradão), inclusive as herbáceas e subarbustivas. Após o corte ou fogo, regeneram-se simultaneamente, geralmente por brotação. Não há um processo de substituição de espécies ao longo do tempo, e sim, um adensamento da cobertura vegetal, que culmina com a estabilização da biomassa, segundo a capacidade de suporte do meio. O número de espécies diminui à medida que aumenta o número de espécies arbóreas. Se esse “clímax” é o cerradão, boa parte das espécies heliófitas de pequeno porte podem desaparecer (Durigan, 1999).

Os tipos de solo (oligotróficos, tóxicos em alumínio e/ou manganês, com camadas lateríticas) são um dos principais responsáveis pela distribuição e ocorrência dos mosaicos do

cerrado (Eiten, 1972). Existe uma estreita correlação entre o grau de fertilidade dos solos e os diferentes tipos de vegetação natural que compõem o cerrado (Ferri, 1977). Um outro agente importante, causador de mudanças nas composições florísticas, fitossociológicas e estrutural da vegetação é o fogo. A seca e alta temperatura atmosférica atingida durante as queimadas é um dos fatores responsáveis para a evolução da flora do cerrado, sobrevivendo as espécies capazes de resistir ou tolerar o estresse violento e dramático causado pelo fogo.

Para as espécies que ocorrem nas florestas tropicais, o plantio baseado no modelo sucessional, com o fornecimento de diferentes graus de sombreamento para os diferentes grupos de espécies da sucessão, é a base para o sucesso da implantação de florestas mistas. A luz, a temperatura do solo e do ar, a disponibilidade de nutrientes e a umidades relativa, condições formadas de acordo com o tamanho das clareiras, são os principais fatores responsáveis pela distribuição espacial das espécies na floresta tropical, existindo grupos de espécies que ocorrem em maior densidade, tais como as pioneiras (comuns nas clareiras grandes), e que aqueles em que a ocorrência é baixa, menor que um indivíduo por hectare, as espécies secundárias (espécies raras) (Kageyama et al., 1994).

→ Apesar da maioria das espécies do cerrado apresentarem uma grande capacidade de rebrota, a restauração de áreas com o plantio de espécies da flora original se torna essencial, principalmente quando se tem como objetivo a conservação genética e a formação de corredores de fluxo gênico, considerando que a flora arbustiva do cerrado é bastante variada, característica para cada área (3.956 a 7.012 espécies) e a capacidade de rebrota não é comum para todas as espécies (Castro, 1994). Nos dias atuais, a regeneração tem-se tornado mais necessária, pois a taxa de destruição, através da ocupação ou pelo próprio fogo, tem atingido um ritmo intenso, resultando, inevitavelmente, numa redução da biodiversidade, o que pode culminar com a erosão genética dentro de muitas populações de espécies arbóreas (perda de variabilidade).

Segundo Scolforo (1997), o manejo sustentável tanto para a floresta tropical como para o cerrado, através do corte seletivo (cortando somente os indivíduos acima de um determinado diâmetro, deixando as árvores de menor tamanho e árvores porta sementes), bem como a exploração de outros produtos não madeireiros, como produtos alimentícios, fibra, ervas medicinais, também poderia contribuir para a sustentabilidade dos ecossistemas, e para a conservação de um grande potencial de variabilidade genética.

Nas florestas tropicais, assim como no cerrado, há espécies que são mais específicas a determinados habitats. No cerrado existem espécies que ocorrem somente em locais totalmente degradados e que sofrem uma constante perturbação antrópica. Dessa forma, a preservação da vegetação nesses locais se torna importante para a sobrevivência das mesmas. Um exemplo bem característico é a espécie gonçalo-alves que é característica de beiras de rodovias desde Goiás até São Paulo, tanto no cerrado como na floresta. Tal como o gonçalo-alves, existem espécies que rebrotam em áreas submetidas a cortes profundos (15 metros ou mais de profundidades), em margens de rodovias (Durigan, 1999).

2.3. Populações naturais

As populações naturais são de tamanhos finitos, e o cruzamento entre os indivíduos de uma população pode ocorrer aleatoriamente ou não. São raras as espécies verdadeiramente panmítica, nas quais todos os indivíduos, ao longo da sua distribuição geográfica, formam uma população única de cruzamento aleatório (Futuyma, 1992). Assim, predomina uma dicotomia nos estudos envolvendo o sistema de cruzamento das espécies: sendo consideradas autógamas ou alógamas. Porém, estudos envolvendo marcadores genéticos vêm demonstrando que a maioria das espécies arbóreas apresenta um sistema de cruzamento misto, no qual ocorrem cruzamentos aleatórios concomitantemente com cruzamentos entre indivíduos aparentados ou por autofecundação e/ou apomixia.

Tais populações de plantas estão estruturadas no espaço e tempo. Essa estrutura pode ser manifestada entre populações distintas geograficamente, dentro de um grupo de plantas, ou entre progênies de indivíduos. A estrutura genética resulta da união da ação de mutação, migração, seleção e deriva, operando no contexto histórico e biológico de cada planta de uma espécie. Fatores ecológicos que também afetam a reprodução e dispersão são particularmente importantes na determinação da estrutura genética. A reprodução é o processo que traduz um arranjo atual de genótipos dentro de gerações subseqüentes, enquanto a dispersão de pólen e sementes determina a forma da dispersão de genes dentro e entre populações. Os modelos espaciais e genéticos são às vezes assumidos como resultado de heterogeneidade ambiental e da pressão de seleção diferencial (Hamrick & Loveless, 1984).



Para que o desenvolvimento e a manutenção da estrutura genética ocorram são necessárias interações de um conjunto complexo de fatores evolucionários, como a variação no conjunto gênico; organização dessa variação dentro de genótipos; distribuição espacial dos genótipos; sistema reprodutivo que controla a união dos gametas para formação das progênies; dispersão das progênies; eventos casuais; e processos de crescimento, mortalidade e reposição dos indivíduos que darão origem às populações futuras (Clegg, 1980).

Fatores que afetam a abundância, como composição e distribuição de plântulas de árvores sob o dossel da floresta, podem afetar também a dinâmica e a estrutura das espécies florestais (Denslow et al. 1991).

A maioria das espécies arbóreas tropicais tem, tipicamente, uma baixa densidade populacional, o que resulta em pequenos tamanhos efetivos populacionais ou em pequeno tamanho de vizinhança que podem levar à deriva genética (Bawa, 1976).

Segundo Epperson (1990), o conhecimento da estruturação genética permite determinar a intensidade ideal de amostragem, dentro de populações, para fins de conservação genética ou de cruzamentos.

O tamanho efetivo da população (N_e), utilizado por muitos autores, é um importante conceito que ajuda a orientar a conservação genética. Na hora de amostrar uma população, um número ideal de indivíduos deve ser representado para garantir a sobrevivência e adaptação das espécies ao ambiente, podendo esse ser usado tanto para conservação como para o melhoramento. Mas, de acordo com o objetivo do pesquisador (melhoramento ou conservação genética) o tamanho efetivo será diferente para uma mesma população de plantas.

Vencovsky (1987), referindo-se a dados obtidos em literatura, menciona que o ideal seria amostrar de 50 a 100 plantas de uma população local, coletando por volta de 50 sementes por plantas, que corresponderia a um $N_e = 185$ supondo trata-se de uma espécie alógama sem controle gamético. Tratando-se de conservação genética, deve-se coletar sementes em igual número de cada planta dessas populações, no maior número possível de plantas tomadas ao acaso.

Em termos genéricos pode-se dizer que o tamanho efetivo populacional refere-se ao tamanho genético de uma população reprodutiva e não ao número de indivíduos que a compõe (Resende et al., 1997). Esse orienta a conservação genética que está diretamente relacionada com

atividades para salvar e prevenir a perda de genes, de complexos gênicos e genótipos e, em outro extremo, prevenir a extinção de toda uma categoria taxonômica (Zobel & Talbert, 1984).

Os principais fatores que contribuem para a extinção são a perda de habitat, a exploração desregrada, a introdução de espécies e a poluição. Esses fatores, geralmente, reduzem o tamanho populacional das espécies, fato que as tornam susceptíveis a efeitos estocásticos (com variações aleatórias), tais como variações ambientais e demográficas, catástrofes e efeitos genéticos (depressão endogâmica, perda de variação genética e acúmulo de mutações deletérias) (Frankham, 1995). Namkoong et al. (1983), destaca que o objetivo mais razoável da conservação seria assegurar a sobrevivência e a capacidade dinâmica da espécie para evoluir e portanto, preservar sua variabilidade genética. O autor enfatiza que as frequências dos diferentes fenótipos e genótipos da população mudam com o tempo, assim como o elemento biótico do ambiente, que é também evolucionário.

Deve-se atentar para o fato de que qualquer estratégia de conservação natural envolvendo espécies florestais dióicas ou monóicas, um contingente nada desprezível nos neotrópicos, será necessariamente distinta daquela aplicada para espécies hermafroditas, auto-suficientes estruturalmente, e portanto com reflexos diferentes para fins do cálculo do tamanho mínimo da população que deve ser conservada. Se uma espécie dióica manifestar preponderância de indivíduos masculinos na unidade de conservação, poderá se extinguir mais rapidamente (Allem, 1991). O modo de reprodução da espécie e o seu sistema de cruzamento determinam como a variabilidade genética se organiza no espaço e no tempo.

A variação do sistema reprodutivo em plantas depende dos atributos da biologia reprodutiva particular das espécies e da estrutura espacial, cuja combinação influencia os níveis e a dinâmica da diversidade genética (Bullock & Bawa, 1981; Hamrick & Murawski, 1990; Loveless, 1992). Conseqüentemente, a manutenção e manejo efetivo dos recursos, através de modelo e implementação de estratégias de conservação baseadas em espécies, requerem o entendimento dos processos básicos da biologia reprodutiva das árvores (sistemas sexual, mecanismos de incompatibilidade, modelos de florescimento, processos de polinização), e como eles se combinam para produzir modelos observados de fluxo gênico e variação genética. As plantas têm diversos arranjos de sistemas que influenciam na sua reprodução e, conseqüentemente, na evolução. Tais sistemas são controlados geneticamente e são portanto não constantes, mas têm a flexibilidade para

responder às mudanças nas condições. A manutenção da variação genética, possibilitando a adaptabilidade a amplas condições ambientais no tempo e no espaço, é uma parte importante do próprio processo reprodutivo e, conseqüentemente, de alguns efeitos na conservação.

Populações devem ser grandes o suficiente para que a mutação e recombinação possam gerar a variabilidade suficiente para responder às mudanças das condições ambientais e para responder às freqüentes pressões de seleção. A endogamia e a fixação de genes deletérios só podem ser evitadas em grandes populações. A influência do tamanho da população tem importantes conseqüências para a conservação de população natural, para planejamento de estratégias de amostragens, para manutenção de coleções e para o melhoramento de espécies arbóreas (Kuittinen, 2000).

2.4. Variabilidade em populações naturais

Uma das principais características das florestas tropicais, que têm implicações diretas com sua diversidade, refere-se à alta riqueza de espécies desses ecossistemas, que também está correlacionada com a raridade dessas na floresta. Assim, a alta diversidade das florestas tropicais é dada por espécies raras e não por espécies comuns, sendo que as espécies raras são aquelas que ocorrem em baixa densidade (menos que um indivíduo por hectare) na floresta (Kageyama et al., s/d)

Os trabalhos com espécies arbóreas de florestas tropicais, principalmente os referentes a estudos que determinem os níveis de distribuição da variação genética entre e dentro de populações, são restritos, tendo-se mais trabalhos para as espécies arbóreas de florestas temperadas ou de interesse econômico como as coníferas e eucalipto. Porém, segundo Hamrick & Loveless (1986), é de crucial importância o conhecimento dos diversos aspectos da biologia tropical, como, por exemplo, as explorações dos recursos florestais e os programas de melhoramento e conservação genética das espécies arbóreas tropicais.

Dentro do significado geral de variabilidade genética, um assunto que deve ser considerado é que a variabilidade genética, por mais que seja parte integrante da biodiversidade, não deve ser confundida com o conceito dessa, principalmente quando se trata de conservação de recursos genéticos. A biodiversidade expressa o número de taxa (espécies e subespécies) existentes em uma

região e é uma expressão quantitativa, enquanto a variabilidade genética representa a variação existente dentro de um táxon (população, subespécie e espécie) e é qualitativa (Lleras, 1992).

Os estudos de variação genética em populações naturais geralmente envolvem duas questões básicas. A primeira consiste em descrever os níveis de variação genética mantidos dentro de populações ou espécies, podendo ser resolvida com técnicas bioquímicas, como a eletroforese. A segunda questão é de particular importância à conservação dos recursos genéticos, pois ela está relacionada com o modo com que a variação genética é dividida dentro e entre populações. Isso implica que, para o manejo dos recursos genéticos, é importante entender como a variação genética está distribuída e quais as características do ambiente ou da espécie que influenciam essa distribuição (Hamrick, 1983).

→ A variabilidade da população é o resultado de interações complexas entre o aspecto da história de vida das populações, condições ambientais e a ecologia da espécie (Barret & Koen, 1991).

A distribuição da variabilidade genética natural é influenciada por diversos fatores como: modo de reprodução, sistema de cruzamento, tamanho efetivo de população, distribuição geográfica e fluxo gênico, expresso pela dispersão de pólen e semente (Hamrick, 1983).

Apesar do componente genético da variação ser a matéria prima da mudança evolutiva muitos caracteres possuem um considerável componente não genético em sua variação, a uma parte ambiental (Sebbenn et al., 1999a).

A variação genética pode nos oferecer um importante instrumento para a pesquisa ecológica, principalmente para monitorar as estratégias de manejo a serem empregadas na preservação de espécies de reservas naturais. Estudos experimentais, envolvendo polimorfismo genético são essenciais na determinação do tamanho efetivo da população, da condição de estabilidade demográfica, da quantidade da variabilidade genética necessária para evolução contínua e dos problemas resultantes do isolamento ou endogamia (Jain, 1982).

O desenvolvimento e manutenção da estrutura genética da população são devidos às interações entre uma série de fatores evolutivos complexos, como variação dentro de "pool" gênico, a organização dessa variação dentro de população, a distribuição espacial dos genótipos, o sistema reprodutivo que controla como os gametas se unem para formar progênies, a dispersão dessas progênies, eventos casuais e os processos de crescimento, mortalidade e reposição (recrutamento)

em que mostra a origem das futuras populações (Burkley, 1976; Clegg et al, 1979; Levin, 1978) apud Hamrick & Loveless (1989). Assim, estrutura genética é uma característica que reflete os processos históricos da população (sistema de reprodução, modo de reprodução, ciclo de vida, fenologia, etc).

2.5. Testes de progênes e procedências

Os testes de procedências e de progênes se destacam devido à sua importância para estudo da variação genética. Os primeiros refletem a variação real no valor reprodutivo médio das populações (Boyle & Yeh, 1988). Testes de progênes permitem estimar parâmetros genéticos, estudar a variação genética entre e dentro de progênes e definir estratégias de melhoramento genético (Shimizu et al., 1982). Outra vantagem é permitir inferências acerca do sistema reprodutivo, feito através da razão entre as estimativas de variância dentro e as da variância entre progênes (Nogueira et al., 1982; Siqueira et al. 1982).

Nos testes de procedência e progênie a validade da informação genética exige o atendimento dos diferentes requerimentos de luz das espécies envolvidas (Kageyama, 1987; Kageyama & Castro, 1989). Portanto, ensaios com progênes de espécie clímax devem ser instalados à sombra de espécie pioneira.

Os testes de progênes de polinização aberta vêm sendo utilizados com maior frequência em espécies florestais. Isto é devido à facilidade de instalação, em relação aos ensaios de progênes que exigem polinização controlada, o que em essências florestais é difícil de ser realizado (Kageyama, 1980). Porém, o problema desses ensaios que vêm sendo instalados no campo é com a representatividade das populações, pois o seu tamanho, modo de reprodução, sistema de cruzamento, dispersão de sementes e pólen influenciam diretamente o tamanho efetivo da mesma. O número de características avaliadas deve ser o maior possível, para que reflita a variabilidade genética da população amostrada (Ettori et al., 1996).

Os testes de progênes vêm sendo muito usados para se estimarem os parâmetros genéticos em espécies arbóreas. É através desses que se detecta o efeito ambiental sobre os caracteres quantitativos estudados, bem como a interação genótipo vs ambiente, o que com marcadores genéticos não se obtém. Por mais que surjam ferramentas adequadas para entender e quantificar as formas alélicas de um gene, a contribuição do ambiente para a expressão do gene tem que ser

considerada, pois se a espécie não for adaptada a determinadas condições ambientais, a expressão fenotípica da mesma será comprometida, bem como sua sobrevivência e a sua variabilidade genética. Portanto, a adaptação das espécies é importante para expressão de alguns genes responsáveis pela produção e manutenção da espécie em determinadas condições ambientais.

De acordo com Shelbourne (1972) e Quijada (1980) interação genótipos x ambientes pode ser definida pela variação das respostas dos genótipos a diferentes condições ambientais ou a falta de uniformidade na resposta de dois ou mais grupos de plantas cultivadas em dois ou mais ambientes, sendo que um grupo pode demonstrar bom crescimento em um ambiente, mas se desenvolve mal em outro. A resposta fenotípica de cada genótipo às variações de ambiente é, em geral, diferente e reduz a correlação entre o fenótipo e o genótipo

2.6. Parâmetros genéticos obtidos através de caracteres morfológicos

As estimativas de parâmetros tais como médias, variâncias, herdabilidades, covariâncias e correlações, estão entre as mais relevantes, para conhecimento da distribuição da variabilidade genética das populações naturais e para o manejo os recursos genéticos. Porém a obtenção de desses parâmetros, através da expressão fenotípica (caracteres) dos genes nem sempre é fácil, principalmente quando a expressão de um caráter se dá através da soma dos efeitos de vários genes. A obtenção desses parâmetros através de experimentos requer muitas repetições, para que resultados indesejáveis como variâncias negativas e herdabilidades negativas não se tornem comuns.

As médias obtidas através de experimentos (teste de progênes) são fenotípicas, se pudermos reproduzir um genótipo por um grande número de indivíduos num dado ambiente, a média fenotípica se aproximará do valor desse genótipo. O mesmo é válido para populações, pois se avaliarmos uma população em uma ampla gama de repetições, a média geral resultante refletirá, com suficiente segurança, o potencial genotípico dessa população (Vencovsky & Barriga, 1992).

A manifestação fenotípica é resultado da ação do genótipo sob influência do meio ambiente em que se encontra. Além dos efeitos genéticos e ambientais, quando se consideram vários ambientes surge um efeito adicional formado pela interação dos efeitos genéticos x ambientais (Falconer, 1972). Esta interação, segundo Cruz & Regazzi (1997), está associada a dois fatores: um



simples, proporcionado pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes, e outro complexo, dado pela falta de correlação entre os genótipos. A interação complexa indica a inconsistência da superioridade de genótipos com a variação ambiental, ou seja, haverá genótipos com desempenhos superiores em um ambiente mas não em outro, tornando mais difícil a seleção e, ou recomendação dos mesmos. As causas da interação têm sido atribuídas a fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada genótipo cultivado. Pelo exposto, conclui-se que a mensuração fenotípica não é um valor simples, sendo composto de diferentes componentes e efeitos, cuja grandeza é importante conhecer.

Para espécies florestais, o que se busca conhecer é a variabilidade das progênes de cada matriz (planta mãe). Nessas circunstâncias é preciso anotar o valor fenotípico individual das plantas de todas as progênes (Vencovsky & Barriga, 1992).

A determinação dos parâmetros genéticos de um caráter centraliza-se em torno de sua variação. A quantidade de variação é a medida expressa como variância, e quando os valores forem expressos como desvios da média da população, a variância será simplesmente a média dos quadrados dos valores. A variância total é a fenotípica ou a dos valores fenotípicos. A magnitude relativa desses componentes determina as propriedades genéticas da população, especialmente, o grau de semelhança entre parentes. Os componentes da variância fenotípica são: a variância genética, a qual é dividida em variância aditiva (devido, grosso modo, à diferença no comportamento dos homozigotos, de cada loco); variância de dominância (originada da interação entre os alelos); variância epistática (resultante das interações não alélicas, entre os genes) (Falconer, 1987; Vencovsky & Barriga, 1992).

Ao se estimar a variância através de caracteres morfológicos obteremos só a variância genética e a fenotípica. A variância fenotípica pode ser dividida em genética e ambiental. Tal parcelamento formula o problema da hereditariedade “versus” ambiente ou natureza e manejo. Esse parcelamento pode ser feito para inúmeros caracteres (Falconer, 1987).

Para um caráter quantitativo, os principais componentes da variação fenotípica são: a variação devida às diferenças ambientais dentro de parcelas ($\hat{\sigma}_{ed}^2$); diferenças genéticas entre plantas dentro de parcelas ($\hat{\sigma}_{gd}^2$); diferenças ambientais entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$) e diferenças genéticas entre os tratamentos ($\hat{\sigma}_p^2$) (Vencovsky, 1987).

Assim, através da relação entre as variâncias e a média podemos estimar outros parâmetros que são importantes para determinar a variabilidade genética da população de inúmeras espécies. Por exemplo: o coeficiente de variação genética (CV_g); o coeficiente de variação experimental (CV_{exp}); o coeficiente de variação do erro entre parcelas (CV_e); o coeficiente de variação fenotípico; o coeficiente fenotípico em nível de médias para famílias ($CV_{\bar{F}}$); o “quociente de seleção” $\hat{h}$ (CV_g/CV_{exp}), além, das herdabilidades no sentido amplo e restrito, as covariâncias e as correlações.

De acordo com Kageyama (1980), o coeficiente de variação genética, expresso em percentagem da média geral de cada característica, é um parâmetro de extrema importância no entendimento da estrutura genética de uma população, por mostrar a quantidade de variação existente entre as famílias e, obviamente, permitir estimativa de ganhos genéticos.

Entre os parâmetros genéticos o coeficiente de herdabilidade se destaca, pois ele quantifica a herança genética presente na variação fenotípica. Sendo um parâmetro próprio de uma população em um determinado ambiente, pode variar para idades e ambientes, não sendo fixo para um caráter de uma espécie. Logo a estimativa desse parâmetro em idades precoces serve apenas como indicativos de seu comportamento, sendo ideal sua estimativa em idade de uso ou durante diferentes idades (Falconer, 1972; Vencovsky & Barriga, 1992).

A associação entre duas características pode ser avaliada no seu modo mais simples, através das correlações fenotípicas, genéticas e ambientais (Falconer, 1981). O grau de associação entre dois caracteres, pode ser positivo ou negativo. A correlação entre os caracteres, que somos capazes de visualizar diretamente em nível de um experimento é de natureza fenotípica, estando portanto as correlações genéticas mascaradas pelos efeitos ambientais (Vencovsky & Barriga, 1992). As correlações genéticas podem ocorrer devidas as duas causas: pleiotropia e desequilíbrio de ligação. A correlação genética devido aos efeitos pleiotrópicos é praticamente permanente, a não ser que os efeitos pleiotrópicos sejam modificados ou dissociados pela ação de outros genes. Por outro lado, as correlações genéticas devidas a desequilíbrio de ligação, são inconstantes, podendo desaparecer se a recombinação levar ao equilíbrio de ligação (Futuyma, 1992).

Como visto, as causas de correlações genética e ambiental podem se combinar para dar a correlação fenotípica. Se os caracteres tiverem baixa herdabilidade, a correlação fenotípica será determinada principalmente pelo ambiente. Por outro lado, se os mesmos têm alta herdabilidade, a

correlação genética é mais importante. Nesse caso, a alteração de um caráter, via seleção, promoverá alterações significativas em outros caracteres correlacionados (Resende et al., 1995).

A estimação da correlação apenas, não permite retirar conclusões sobre as relações de causa e efeitos, ou seja, é apenas uma medida de associação. Assim, o método de "path coefficient analysis" fornece quantidades, chamadas coeficientes de trilha, que medem a influência direta de um caráter sobre o outro, independente dos demais, no contexto das relações de causa e efeito. Permite ainda desdobrar coeficientes de correlação simples em seus efeitos diretos e indiretos (Vencovsky & Barriga, 1992; Cruz & Regazzi, 1997).

Nas tabelas 1 e 2 estão expressos algumas estimativas de parâmetros genéticos encontrados para diferentes espécies, para caráter altura e outros caracteres quantitativos.



TABELA 1: Estimativas de médias de altura, coeficiente de variação genético (CV_g), coeficiente de variação experimental (CV_{exp}), coeficiente de variação dentro de progênes (CV_d) e herdabilidade em nível de médias ($\hat{h}_m^2$) para algumas espécies florestais, de diferentes idades e procedências.

Espécies	Procedências	Idade	Altura					Autor
			Média (m)	CV_g (%)	CV_{exp} (%)	CV_d (%)	$\hat{h}_m^2$	
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Jaú-SP	1	0,99	14,03	20,63	71,34	0,14	Sebbenn et al. (1998)
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Jaú-SP	2	1,05	13,74	16,48	71,70	0,13	Sebbenn et al. (1998)
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Jaú-SP	4	2,95	15,67	19,74	56,71	0,26	Sebbenn et al. (1998)
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Jaú-SP	11	5,53	7,49	17,21	28,42	0,19	Sebbenn et al. (1998)
<i>Eucalyptus grandis</i>	Biritiba Mirim-SP	3,67	18,12	3,86	5,00	15,83	0,21	Menck et al. (1986)
<i>Prosopis juliflora</i>	Caico-RN	0,6	0,68	7,43	11,40	31,85	0,55	Pires & Kageyama (1985)
<i>Prosopis juliflora</i>	Caico-RN	1,8	1,23	0,00	17,02	33,74	0,00	Pires & Kageyama (1985)
<i>Peltophorium dubium</i>	Bauru-SP	3	5,17	1,87	13,32	15,05	0,32	Siqueira et al. (1986a)
<i>Peltophorium dubium</i>	Pederneiras-SP	3	4,46	3,66	11,42	9,92	0,79	Siqueira et al. (1986a)
<i>Peltophorium dubium</i>	Luis Antonio-SP	4	6,03	4,65	12,78	16,93	0,44	Sebbenn et al. (1999a)
<i>Peltophorium dubium</i>	Pederneiras-SP	4	4,73	7,55	12,95	15,11	0,68	Sebbenn et al. (1999a)
<i>Peltophorium dubium</i>	Luis Antonio-SP	11	9,84	10,00	14,07	13,62	0,75	Sebbenn et al. (1999a)
<i>Peltophorium dubium</i>	Pederneiras-SP	11	9,37	6,29	13,29	18,32	0,58	Sebbenn et al. (1999a)
<i>Tabebuia vellosi</i>	Mogi Guaçu-SP	7	-	9,14	-	29,76	0,33	Ettori et al. (1995)
<i>Tabebuia vellosi</i>	Bebedouro-SP	7	-	5,32	-	27,45	0,14	Ettori et al. (1995)
<i>Cecropia sp</i>	-	2	-	0,90	-	-	-	Kageyama et al. (1993)
<i>Auracaria angustifolia</i>	Quatro Barras-SC	2	-	6,99	-	-	0,01	Giannotti et al. (1982)
<i>Auracaria angustifolia</i>	Barbacena-MG	2	-	7,59	-	-	0,17	Giannotti et al. (1982)
<i>Astronium urundeuva</i>	Bauru -SP	4	3,87	3,30	14,57	-	0,13	Moraes et al. (1992)
<i>Astronium urundeuva</i>	Selvíria-MS	4	3,68	3,11	12,14	-	0,16	Moraes et al. (1992)
<i>Dipteryx alata</i>	Campo Grande-MS	5	4,94	1,12	12,71	17,96	0,20	Siqueira et al. (1986b)

TABELA 1: Estimativas de médias de altura, coeficiente de variação genético (CV_g), coeficiente de variação experimental (CV_{exp}), coeficiente de variação dentro de progênies (CV_d) e herdabilidade em nível de médias ($\hat{h}_m^2$) para algumas espécies florestais, de diferentes idades e procedências.

<i>Dipteryx alata</i>	Aquidauana-MS	5	5,01	4,59	14,28	13,01	0,69	Siqueira et al. (1986b)
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Bauru-Sp	4	5,05	2,61	15,99	16,06	0,08	Ettori et al. (1996)
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Bauru-Sp	12	10,46	0,00	15,43	16,25	0,00	Ettori et al. (1996)
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Assis-SP	4	4,75	2,13	19,84	24,09	0,03	Ettori et al. (1996)
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Assis-SP	11	8,58	3,54	17,63	19,21	0,11	Ettori et al. (1996)
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	Bauru-SP	3	0,56	17,60	16,24	32,54	0,85	Vitti et al. (1992)
<i>Cecropia cinerea</i>	Anhembi-SP	5	6,80	3,89	4,46	10,62	0,46	Vitti et al. (1992)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Paulo de Faria-SP	2	3,13	5,85	14,78	19,99	0,36	Fonseca (2000)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Seridó-RG	2	2,06	4,54	9,93	29,51	0,51	Fonseca (2000)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Paulo de Faria-SP	2	3,74	6,62	15,35	-	0,36	Oliveira (1999)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Petrolina-PE	4,6	2,96	5,75	12,35	26,90	0,79	Freitas (1999)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Selvíria-MS	3	-	6,25	-	-	0,20	Souza et al. (1998)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Selvíria-MS	3	3,50	8,08	-	-	0,78	Fonseca et al. (1998)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Selvíria-MS	4	-	8,19	-	-	0,33	Souza et al. (1999)
<i>Terminalia argentea</i>	Selvíria-MS	3	3,90	13,57	-	-	0,79	Fonseca et al. (1998)

Continuação...

TABELA 2: Estimativas de médias, coeficiente de variação genético (CV_g), coeficiente de variação experimental (CV_{exp}), coeficiente de variação dentro de progênies (CV_d) e herdabilidade em nível de médias ($\hat{h}_m^2$) para algumas caracteres de espécies florestais, de diferentes idades e procedências.

Espécies	Caracteres	Idade	Média	CV_g (%)	CV_{exp} (%)	CV_d (%)	$\hat{h}_m^2$	Autor
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	FF	2,0	3,27	7,34	17,41	-	0,33	Oliveira (1999)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	DA3 (cm)	2,0	2,49	6,66	15,37	-	0,42	Oliveira (1999)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	NRM	4,6	5,51	8,66	21,75	51,01	0,71	Freitas (1999)
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	DA3 (cm)	2,0	2,68	8,69	13,79	27,18	0,70	Fonseca (2000)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	GE (%)	-	81,83	8,59	-	-	0,93	Oliveira et al. (1998)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	DAC (cm)	3	-	5,55	-	-	0,15	Souza et al. (1998)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	NR	3	-	4,77	-	-	0,20	Souza et al. (1998)
<i>Terminalia argentea</i>	DA3 (cm)	5	6,92	8,51	-	37,97	0,18	Silva et al. (2000)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	DA3 (cm)	4	-	4,50	-	-	0,07	Souza et al. (1999)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	GE (%)	-	69,53	21,03	-	-	0,91	Bortolozo et al. (1999)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	CO ($\mu S/cm/g$)	-	0,169	29,22	-	-	0,95	Bortolozo et al. (1999)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	DMC (m)	3	1,85	9,14	-	-	0,74	Aguiar et (1999)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	DA3 (cm)	3	5,95	7,69	-	-	0,66	Aguiar et (1999)
<i>Cariniana legalis</i>	DAP (cm)	6	6,44	4,86	19,91	29,35	0,25	Sebbenn et al. (2000)
<i>Cariniana legalis</i>	DAP (cm)	14	11,74	3,35	17,15	27,33	0,25	Sebbenn et al. (2000)
<i>Myroxylon peruiferum</i>	DAP (cm)	11	8,18	6,62	17,55	24,15	0,19	Sebbenn et al. (1998)
<i>Dipteryx alata</i>	DAP (cm)	5	5,87	6,28	14,60	24,06	0,22	Siqueira et al. (1986b)
<i>Dipteryx alata</i>	DAP (cm)	5	4,12	11,60	25,05	33,69	0,34	Siqueira et al. (1986b)

DA3- diâmetro do fuste aa 30 cm do solo; DAC- diâmetro a altura do colo; NR- número de ramificações; GE- germinação FF- forma do fuste; NRM- número de ramos em relação ao tronco principal; CO- condutividade elétrica; DMC- diâmetro médio da copa; DAP- diâmetro a altura do peito.

2.7. Importância da análise foliar para as espécies arbóreas

Segundo Gonçalves & Benedetti (2000), as folhas são o compartimento das árvores que melhor refletem seu estado nutricional, tendo relação significativa com a disponibilidade de nutrientes no solo. Esta relação afeta diretamente a produtividade, pois é na folha que ocorre a maioria dos processos metabólicos e fisiológicos. Pode-se também considerar a copa como o local onde ocorre o armazenamento e o acúmulo de nutrientes mais móveis, que posteriormente serão utilizados pela planta no caso de interrupção de fornecimento. Tal fato, pode explicar o crescimento rápido de algumas espécies, como eucalipto, em situações pós-estresses.

Os teores de nutrientes nas folhas variam em função da posição das folhas na copa. Normalmente são maiores no ápice e menores na base da copa. As avaliações realizadas recomendam que as folhas mais adequadas para a amostragem sejam as do meio da copa (adultas e maduras).

As concentrações de nutrientes variam sazonalmente como resultado do ciclo fisiológico das plantas. Helmisaari (1990), estudando concentrações de nutrientes em *Pinus sp.*, em diferentes épocas do ano, verificou que os nutrientes móveis são translocados das acículas senescentes para os tecidos de crescimento na primavera, ou para unidades de armazenamento das árvores no outono. As concentrações de nutrientes móveis são baixas no verão e alta no inverno. Os nutrientes móveis não são retranslocados, e conseqüentemente acumulam-se nas acículas. O período de dormência é o mais conveniente para obter amostras de folhas (acículas) porque as concentrações de nutrientes se mantêm estáveis por vários meses.

Em vários estudos sobre variação sazonal têm-se verificado que as concentrações dos nutrientes foliares são mais baixas na primavera, aumentam no verão, alcançando níveis mais estáveis no outono, permanecem estáveis durante o período de dormência (Van den Driessche, 1974, citado por Payn & Clough, 1987). Assim, muitos autores recomendam que as amostras para análise foliar em *Pinus*, devem ser feitas durante o período de menor crescimento, quando os conteúdos de nutrientes devem estar mais baixos e em equilíbrio com os nutrientes no solo (Van den Driessche, 1974; Van de Berg, 1976; Leaf, 1973, citados por Payn & Clough, 1987).



Finér (1994), trabalhando com concentração de nutrientes em acículas de *Pinus sp.*, verificou que as concentrações de N, P, Fe e Zn decresciam nos ramos superiores e as de Ca e Mg aumentavam. As concentrações de K e Mg são mais altas em acículas jovens do que nas mais velhas em galhos superiores, devido a retranslocação dos nutrientes das acículas mais velhas. As concentrações de Ca, Fe e Mn são mais altas nas acículas mais velhas e P, N e Zn não variam com a idade da acícula.

Payn & Clough (1987), analisando a variação de nutrientes em folhas de *Pinus radiata* durante as estações do ano, verificaram que concentrações de nutrientes variam de 1,226 % a 1,45 %, 0,098 % a 0,112 %, 0,788 % a 0,890 %, 0,376 % a 0,346 % durante o verão e inverno para N, P, K e Ca, respectivamente. Com esses resultados confirmaram que os níveis de nutrientes nas folhas são mais baixos no verão e mais altos no inverno. O período inicial de queda da concentração varia de ano para ano e provavelmente depende do começo da estação de crescimento.

Gonçalves & Benedetti (2000) citam que as flutuações climáticas sazonais são as que mais influenciam as variações dos teores de nutrientes minerais nas folhas. No Brasil, durante o período de maior temperatura ambiente e maior umidade no solo (verão/outono) que são encontrados, para os macronutrientes, os maiores teores nas folhas e as menores variações na concentração de nutrientes entre experimentos. Isso devido, os teores nessa época estarem relacionados a uma maior atividade fisiológica das árvores e maior oferta de nutrientes do solo em função da maior quantidade de água, sendo o fósforo (60%) o elemento que apresenta maior variação nas diferentes épocas, depois K (34%), Mg (20%), Ca (15%), N (9%) (Bellote, 1990).

Um outro assunto de grande importância relacionado com os teores de nutrientes é a ação genética nos caracteres fisiológicos e,conseqüentemente, no controle de minerais nas plantas e que também deve ser levada em conta em espécies arbóreas nativas. Os aspectos fisiológicos e suas implicações nas diferentes características das plantas são sutis e em grande parte de difícil interpretação. Por serem os caracteres fenotípicos facilmente observados e mensuráveis, principalmente para espécies florestais, esse assunto escapa à atenção da maioria dos geneticistas, porém se aqueles caracteres puderem ser mensurados e interpretados podem se obter informações de grande importância para um melhor entendimento da complexa relação entre genótipo e ambiente, tornando mais fácil a



observação do aspecto fenológico das plantas, principalmente as arbóreas, que apresentam uma grande variação entre as diferentes espécies existentes.

Todas as espécies possuem genótipos que absorvem menor ou maior quantidades de nutrientes, refletindo diretamente no desenvolvimento da planta. Assim, a melhor avaliação nutricional é feita quando as amostras de folhas são compostas. Quanto mais melhorado for o material menor o número de árvores que devem ser utilizadas para compor a amostra. Em termos gerais, para populações homogêneas, amostras compostas devem ter no mínimo 3 árvores dominantes/ amostra (Gonçalves & Benedetti, 2000).

Considerando os quatro grupos de espécies arbóreas, classificados segundo Budowski (1965, 1970) como pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climácicas, as espécies dos estágios iniciais de sucessão apresentam uma maior capacidade de absorção de nutrientes. As espécies pioneiras têm maior eficiência nutricional para o P do que as espécies climax. Por outro lado, com relação ao N e ao Ca, as espécies pioneiras têm eficiências nutricionais semelhantes as climácicas (Brown, 1990).

Gonçalves et al. (1992), estudando a capacidade de absorção e eficiência de uso dos nutrientes por espécie de diferentes grupos sucessionais, observaram variações entre pioneiras, secundárias e climax na concentração, absorção e eficiência de uso de nutrientes, tanto em nível de campo como de viveiro. No estágio de viveiro, as concentrações de N, P, K e Ca para pioneiras foram de 1,72, 0,36, 1,94 e 1,27 %, comparativamente a 0,97, 0,35, 1,20 e 0,67 % para as climácicas, na mesma seqüência.

Outra diferença, está na absorção dos nutrientes pelas plantas. Existem evidências de que o cálcio e magnésio, cátions dominantes na nutrição de plantas, apresentam uma inibição competitiva na absorção do potássio em várias espécies vegetais. Efeito competitivo na absorção de K pelo Ca e Mg tem sido relatado para as espécies nativas *Hymenaea courbaryl* L. var. *stilbocarpa* (Haynea) Lee et Lang, *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Peltrophorium dubium* (Spreng) Taub. (Duboc, 1994). Também Reno (1994), trabalhando com espécies florestais pertencentes a diferentes grupos ecológicos, observou uma competição entre esses íons durante a absorção, sem contudo afetar o crescimento das plantas.

Resultados obtidos por Silva et al. (1996) mostram que em espécies como trema e mutambo, que possuem sistema radicular bem desenvolvido, a aquisição de cálcio e



magnésio é menos influenciada pelo potássio, mesmo havendo uma competição entre eles durante a absorção. Nesse processo podem estar envolvidos os efeitos da capacidade de troca de cátions das raízes, fazendo com que espécies com maior CTC sejam mais eficientes em absorver cátions bivalentes. Assim, cálcio e magnésio são preferencialmente absorvidos em relação ao potássio.

Na Tabela 3 encontram-se as médias de conteúdo de nutrientes de algumas espécies nativas.

TABELA 3. Média do conteúdo de macronutrientes nas folhas de espécies nativas, por diversos autores.

Espécie	Conteúdo de nutrientes (g/kg)						Autor
	N	P	K	Ca	Mg	S	
Aroeira	25,70	1,90	13,8	7,40	3,20	1,20	Freitas et al. (1998)
Aroeira	23,36	2,02	7,39	6,03	2,04	1,10	Fonseca (2000)
Aroeira	22,76	2,45	10,53	6,90	2,10	1,02	Fonseca (2000)
Aroeira	19,20	1,90	12,2	12,70	3,90	0,90	Oliveira (1999)
Aroeira	18,90	1,20	8,00	6,70	2,20	0,70	Moraes (1992)
Aroeira	19,10	1,30	7,70	7,50	2,40	0,90	Moraes (1992)
Aroeira	34,20	1,56	17,80	10,20	5,50	3,20	Barbosa (1994)
Canafistula	21,70	2,00	8,40	8,20	-	-	Goncalves et al. (1992)
Gliricídia	39,90	2,50	20,20	9,00	4,20	-	Baggio (1982)
Gliricídia	45,70	3,10	20,50	14,00	4,80	-	Baggio (1982)
Peroba-rosa	27,30	2,00	18,00	16,50	2,50	-	Muniz & Silva (1995)
Erva mate	23,10	0,80	11,60	7,00	5,80	-	Radomski et al. (1992)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Obtenção das sementes

As sementes das famílias que constituem os testes de progênies, envolvendo duas populações de gonçalo-alves e uma de jacarandá-caroba, foram obtidas em setembro de 1995. Essas foram colhidas em 30 árvores matrizes para cada população. As populações de jacarandá-caroba e de gonçalo-alves foram obtidas às margens da rodovia SP 595, entre os municípios de Ilha Solteira-SP e Santa Fé do Sul-SP, sendo que a outra população de gonçalo-alves foi obtida às margens da rodovia MS 158, no município de Selvíria-MS. Os dados de altitude, latitude e longitude do local de cada árvore matriz das populações de gonçalo-alves que forneceram as sementes encontram-se na Tabela 19A. Vale ressaltar, que foram consideradas duas populações de gonçalo-alves devido as árvores matrizes terem ficado mais separadas com o alargamento do rio Paraná, após a construção da Hidrelétrica de Ilha Solteira, entre os municípios de Selvíria-MS e Ilha Solteira-SP. O mapa mostrando as rodovias onde foram colheitadas as sementes das populações estudadas encontra-se na Figura 6A.

3.1.2. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em condições de campo na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP, situada à margem direita do rio Paraná, no município de Selvíria-MS, localizada nas coordenadas geográficas 20° 19'S, 51° 26'W e 327 metros de altitude. O relevo é caracterizado por ser moderadamente plano e ondulado. A temperatura média anual é de 23,7 °C, sendo a média dos meses mais quentes (janeiro e fevereiro) de 25,7 °C e a dos mais frios (junho e julho) de 20,5 °C. A precipitação média anual é de 1300 mm. O tipo climático, segundo KÖEPPEN, é AW, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, estando a umidade relativa dos meses mais chuvosos entre 60 e 80%. A vegetação original encontrada na área em estudo é do tipo cerrado.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro álico, textura argilosa (Demattê, 1980). Nas Tabelas 21A e 22A encontram-se as análises química e física do solo.]

3.2. Métodos

3.2.1. Instalação dos testes de progênies

Os testes de progênies consorciados foram instalados em 26/03/96, sendo que cada população de gonçalo-alves, consorciada com as progênies da população de jacarandá-caroba, se constitui em um experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com 30 tratamentos (famílias) e 5 repetições. As parcelas do experimento foram instaladas, obedecendo a uma disposição linear, com 10 plantas por parcela, no espaçamento de 3,0 x 3,0 m, em plantio alternado, sendo que todas as plantas foram utilizadas na coleta de dados. Na Figura 3A pode ser visto o croqui do experimento.

3.2.2. Coleta de dados

A coleta dos dados silviculturais teve início em 1997 quando as plantas estavam com um ano de idade. As alturas totais das árvores de gonçalo-alves e jacarandá caroba



(ALT1, ALT2, ALT3, ALT4) foram obtidas em 1997, 1998, 1999 e 2000. Os dados de diâmetro médio da copa (DMC), diâmetro do fuste (DA3), e forma do fuste (FORM), espessura da casca (ESP), densidade básica da casca (DBC) e sobrevivência (SOB) foram coletados somente em 1999. A coleta e determinação dos conteúdos de nutrientes de folhas foram realizadas em maio de 1999.

Os caracteres avaliados nos testes de progênies consorciados foram:

a. Altura das plantas (ALT1, ALT2, ALT3, ALT4)

As alturas totais das árvores de gonçalo-alves e jacarandá-caroba foram obtidas em 1997 (ALT1), 1998 (ALT2), 1999 (ALT3) e 2000 (ALT4). Foram obtidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, considerando o ramo mais alto da copa da planta (metro).

b. Diâmetro médio da copa (DMC)

O diâmetro médio da copa foi obtido através da estimativa da média entre as medidas da projeção da copa na linha e nas entre linhas do plantio, conforme a fórmula abaixo:

$$DMC = \frac{D_1 + D_2}{2}, \text{ onde:}$$

DMC é o diâmetro médio da copa; D1 e D2 são os diâmetros cruzados, sendo D1 perpendicular a D2 (metro).

c. Diâmetro do fuste com casca à altura de 30 cm do solo (DA3)

Esta característica foi medida a 30 cm do solo, utilizando um paquímetro. Para os indivíduos que se apresentaram bifurcados, a partir do solo, todos os fustes foram medidos, calculando-se uma média (cm).



d. Forma do fuste (FORM)

A forma do fuste principal das plantas foi avaliada através da atribuição de notas, de acordo com a sua arquitetura e número de bifurcações apresentadas. Tendo sido estabelecidas 10 classes conforme as figuras 4A e 5A. Assim, a nota do fuste corresponde a nota da tortuosidade e a quantidade de bifurcações. Conforme o grau de tortuosidade e bifurcações acima do número da escala era descontado 0,5 da nota máxima que o mesmo recebia. A seguir tem-se o esquema de notas para cada espécie estudada:

Gonçalo-alves:

- 1 = 2 bifurcações partir do solo;
- 2 = bifurcações nos primeiros 0,50 m de altura;
- 3 = bifurcações entre 0,50 m e 1,00 m de altura;
- 4 = bifurcações entre 1,00 m e 1,50 m de altura;
- 5 = bifurcações entre 1,50 m e 2,00 m de altura;
- 6 = bifurcações entre 2,00 m e 2,50 m de altura;
- 7 = bifurcações a acima 2,50 m de altura do solo;
- 8 = sem bifurcações com média tortuosidade;
- 9 = sem bifurcações com pouca tortuosidade ;
- 10 = sem bifurcações e sem tortuosidade;

Jacarandá-caroba:

- 1 = 4 bifurcações no nível do solo;
- 2 = 3 bifurcações no nível do solo;
- 3 = 2 bifurcações no nível do solo e mais 2 bifurcações nos fustes;
- 4 = 2 bifurcações no nível do solo;
- 5 = bifurcações nos primeiros 0,50 m de altura;
- 6 = bifurcações entre 0,50 m e 1,50 m de altura;
- 7 = bifurcações entre 1,50m e 2,50 m de altura;
- 8 = bifurcações acima de 2,50 m de altura;
- 9 = sem bifurcações com pouca tortuosidade ;
- 10 = sem bifurcações e sem tortuosidade

e. Espessura da casca (ESP)

As amostras de casca para obtenção da espessura foram retiradas a altura de 30 cm do solo com a ajuda de um cilindro, medindo-se a espessura das mesmas com um paquímetro (mm)

f. Densidade básica da casca (DBC)

As amostras de casca foram retiradas para cada planta a altura de 30 cm do solo com um vazador cilíndrico de diâmetro conhecido, de acordo com o método não destrutivo, baseado nas recomendações de Silva (1984). Assim que as amostras eram retiradas, media-se a espessura realizava-se a etiquetagem e levava-se ao laboratório, onde eram pesadas e colocadas em estufa a 103 ± 2 °C até atingirem peso constante, obtendo assim o peso seco. O cálculo da densidade foi realizado da seguinte maneira:

$$DBC = \frac{P_s}{V} \text{ (g/cm}^3\text{)};$$

Onde:

P_s = Peso seco;

$$V = \text{Volume} = \frac{\pi}{4} (1,23)^2 \cdot \text{ESP};$$

1,23 = Diâmetro constante do material coletado.

f. sobrevivência (SOB)

A sobrevivência foi obtida pela contagem de plantas vivas em cada parcela, sendo expressa em porcentagem (%) em relação ao número total de plantas que deveria ter dentro da parcela. Os dados obtidos foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

g. Análise nutricional (N, P, K, Ca, Mg, S)

Foram coletadas amostras de folhas em 10 árvores dentro de cada parcela, constituindo-se assim uma amostra composta da parcela, para cada progênie de cada espécie em todas as repetições.

A amostras das folhas foram coletadas em maio de 1999. Foram retiradas 4 folhas de mesmas idades, do terço médio de cada planta, em quatro partes diferentes da copa (4 pontos cardeais), do terço médio da copa. As folhas encontravam-se em estágio intermediário, segundo as recomendações de Trani et al. (1983). Em seguida as amostras foram colocadas em sacos de papel identificados e levados para secar em estufa de circulação de ar 60-70 °C, para posterior moagem.

A análise das folhas foi feita no Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Solos e Engenharia Rural da FEIS/UNESP, de acordo com o procedimento descrito por Malavolta et al. (1997), sendo feita a digestão sulfúrica para determinação do conteúdo de N e digestão nítrico-perclórica para a determinação do conteúdo de N, P, K, Ca, Mg e S. Os conteúdos de N, P, K, Ca, Mg e S, foram denominadas caracteres nutricionais (g/kg).

3.3. Teste de Cochran, esquema de análise de variância e covariância

Antes da realização das análises de variância foi aplicado o Teste de Cochran, baseando-se em Costa Neto (1977), para se verificar a homogeneidade de variâncias (homocedasticidade) de famílias dentro das populações estudadas:

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

onde: $\max S_i^2$ é a variância máxima entre as famílias; $\sum_i S_i^2$ é o somatório das variâncias.

As fontes de variação e as esperanças dos quadrados médios, referentes as análises individuais e conjuntas para as populações de jacarandá-caroba e gonçalo-alves, são apresentadas nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

O modelo matemático adotado nas análises individuais, dentro das populações estudadas, foi:

$$Y_{ijl} = m + r_j + f_i + d_{l(ij)} + e_{ij}, \text{ onde}$$

Y_{ijl} é a observação na árvore l , 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 $i = 1, 2, \dots, f$; $d_{l(ij)}$ é o desvio referente à árvore l da parcela ij , com $l = 1, 2, \dots, n$; e_{ij} é o efeito do erro experimental.

TABELA 4. Esquema da análise de variância, para cada uma das populações de gonçalo-alves e para cada um dos experimentos de jacarandá caroba, utilizada na análise dos caracteres silviculturais, tendo como fontes de variação (FV): repetições (R), famílias (F), erro experimental (E) e o erro dentro de parcelas (D).

FV	GL	QM	E(QM)	F
R	$(r-1)$	Q_1	-	-
F	$(f-1)$	Q_2	$(1/\bar{n}).\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_p^2$	Q_2/Q_3
E	$(r-1)(f-1)$	Q_3	$(1/\bar{n}).\sigma_d^2 + \sigma_e^2$	-
$D^{(1)}$	$(n-1)fr$	Q_4	σ_d^2	-

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

TABELA 5. Esquema da análise de variância, para cada uma das populações de gonçalo-alves e jacarandá-caroba, utilizada na análise dos caracteres nutricionais, tendo como fonte de variação (FV): repetições (R), famílias (F), e o erro experimental (E).

FV	GL	QM	E(QM)	F
R	$(r-1)$	Q_1	-	-
F	$(f-1)$	Q_2	$\sigma^2 + f\sigma_p^2$	Q_2/Q_3
E	$(r-1)(f-1)$	Q_3	σ^2	-

Feitas as análises de variâncias foram obtidos os parâmetros genéticos pelo método dos momentos, pelas seguintes fórmulas:

a) Estimativa da variância do erro entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$): $\hat{\sigma}_e^2 = Q_3 - (1/\bar{n})Q_4$

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 ao nível de plantas ($\hat{\sigma}_F^2$): $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_d^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_p^2$

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

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

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

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

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

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

k) "Quociente de Seleção" (b) - VENCovsky (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 ($\hat{h}_{\bar{x}}^2$): $\hat{h}_{\bar{x}}^2 = \frac{(1/4)\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_p^2 + \frac{\hat{\sigma}_e^2}{r} + \frac{\hat{\sigma}_d^2}{n.r}}$

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 as análises de variâncias individuais foram realizadas análises de covariâncias entre as variáveis conforme a Tabela 6.

TABELA 6. Esquema da análise das covariâncias entre as variáveis utilizadas para cada um dos caracteres estudados, tendo como fonte de variação (FV): repetições (R), tratamentos (F) e o erro experimental (E).

FV	QM _x	QM _y	QM _{x+y}	PM	E(PM)
R	-	-	-	-	-
F	QM _{tx}	QM _{ty}	QM _{t(x+y)}	PM _T	$(1/\bar{n})COV_d + COV_e + rCOV_p$
E	QM _{ex}	QM _{ey}	QM _{e(x+y)}	PM _E	$(1/\bar{n})COV_d + COV_e$
D	-	-	-	PM _D	COV_d

Onde: QM= quadrado médio; PM= produto médio; E(PM) esperança do produto médio; COV_p = covariância entre progênies; COV_e = covariância entre parcelas; COV_d = covariância dentro de parcelas; x e y são as características que estão sendo analisadas.

Os produtos médios para as diferentes fontes de variação foram obtidos da seguinte maneira:

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

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

As estimativas das covariâncias e correlações foram obtidas da seguinte maneira:

a) Estimativa da covariância entre progênies ($C\hat{O}V_{p(x,y)}$): $C\hat{O}V_{p(x,y)} = \frac{PM_T - PM_E}{r}$;

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

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

c) Estimativa da covariância fenotípica, em nível de média de famílias $\left(\hat{COV}_{F(x,y)}\right)$:

$$\hat{COV}_{F(x,y)} = \frac{\hat{COV}_d}{\bar{n}r} + \frac{\hat{COV}_e}{r} + \hat{COV}_p \quad \therefore \hat{COV}_{F(x,y)} = \frac{PM_T}{r};$$

d) Estimativa da correlação genética aditiva entre x e y $\left(r_{A(x,y)}\right)$:

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

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

$$r_{F(x,y)} = \frac{\hat{COV}_{F(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{Fx}^2 \cdot \hat{\sigma}_{Fy}^2}}$$

O modelo matemático adotado nas análises conjuntas referentes a população de jacarandá-caroba, tomando-se o efeito de experimento como fixo e progênes (famílias) aleatório, foi:

$$Y_{ijkl} = m + r_{j(k)} + s_k + f_i + (fs)_{ik} + d_{l(ijk)} + \bar{e}_{ij(k)}$$

onde: Y_{ijkl} é a observação na árvore l, da família i, na repetição j, no experimento k; m é a média geral; $r_{j(k)}$ é o efeito da repetição j, dentro do experimento k onde $j = 1, 2, \dots, r$; p_k é o efeito do experimento k, onde $k = 1, 2, \dots, p$; f_i é o efeito da família i, onde $i = 1, 2, \dots, f$; (fp) é o efeito da interação família x experimento; $d_{l(ijk)}$ é o desvio referente a árvore l da parcela ijk, com $l = 1, 2, \dots, n$; $e_{ij(k)}$ é o efeito do erro experimental.

O modelo matemático adotado nas análises conjuntas referentes as populações de gonçalo-alves, tomando-se os efeitos de experimento como fixos e progênes (famílias) aleatório foi:

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

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 $i = 1, 2, \dots, f$; $\bar{e}_{ij(k)}$ é o efeito do erro referente a parcela ij , dentro do experimento k e $d_{l(ijk)}$ é o desvio referente à árvore l da parcela ij , no experimento k , com $l = 1, 2, \dots, n$.

TABELA 7. Esquema da análise de variância conjunta para a população de jacarandá-caroba, para cada um dos caracteres silviculturais estudados, tendo como fontes de variação (FV): repetições dentro de experimento (R/S), experimento (S); famílias (F), famílias x experimento (F x S), o erro médio (E/S) e o erro dentro de parcelas (D).

FV	GL	QM	E(QM)	F ⁽²⁾
R/S	s(r-1)	Q ₁	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + f\sigma_r^2$	Q ₁ /Q ₅
S	(s-1)	Q ₂	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\left(\frac{s}{s-1}\right)\sigma_{fs}^2 + f\sigma_r^2 + frV_s$	$\frac{Q_2 + Q_5}{Q_1 + Q_4}$
F	(f-1)	Q ₃	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + rs\sigma_f^2$	Q ₃ /Q ₅
F x S	(s-1)(f-1)	Q ₄	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\left(\frac{s}{s-1}\right)\sigma_{fs}^2$	Q ₄ /Q ₅
E/S	(r-1)(f-1)s	Q ₅	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$	-
D ⁽¹⁾	(n-1)frp	Q ₆	σ_d^2	-

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

TABELA 8. Esquema da análise de variância conjunta para as populações de gonçalo-alves, para cada um dos caracteres silviculturas estudados, tendo como fontes de variação (FV): repetições dentro de população (R/P), população (P); famílias dentro de população (F/P), o erro médio (E/P) e o erro dentro de parcelas (D).

FV ⁽¹⁾	GL	QM	E(QM)	F ⁽²⁾
R/P	(r-1)p	Q ₁	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + f\sigma_r^2$	Q ₁ /Q ₆
P	(p-1)	Q ₂	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_f^2 + f\sigma_r^2 + frV_p$	(Q ₂ +Q ₆)/(Q ₁ +Q ₃)
F/P	(f-1)p	Q ₃	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_f^2$	Q ₃ /Q ₆
F/P _i	(f _i -1)	Q ₄	$(1/\bar{n})\sigma_{di}^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_n^2$	$\frac{[Q_4 + (1/\bar{n})Q_9]}{[Q_6 + (1/\bar{n})Q_7]}$
F/P _s	(f _s -1)	Q ₅	$(1/\bar{n})\sigma_{ds}^2 + \sigma_e^2 + r\sigma_n^2$	$\frac{[Q_5 + (1/\bar{n})Q_9]}{[Q_6 + (1/\bar{n})Q_8]}$
E/P	(f-1)(r-1)p	Q ₆	$(1/\bar{n})\sigma_d^2 + \sigma_e^2$	-
D _i	(d _i -1)f _i r	Q ₇	σ_{di}^2	-
D _s	(d _s -1)f _s r	Q ₈	σ_{ds}^2	-
D ⁽³⁾	(d-1)frp	Q ₉	σ_d^2	-

(1) - gi = população de gonçalo-alves de Ilha Solteira, gs = população de gonçalo-alves de Selvíria; (2) - Graus de liberdade associados às estimativas de F, para experimentos, obtidos conforme Satterthwaite, citado por CAMPOS (1984); (3) - Variância dentro obtida fora da análise de variância; $\bar{n}$ é a média harmônica do número de plantas dentro de parcelas; f=fi=fs.

TABELA 9. Esquema da análise de variância conjunta envolvendo as populações de gonçalo-alves, para um cada dos caracteres nutricionais estudados, tendo como fontes de variação (FV) repetições dentro de população (R/P), população (P); famílias dentro de população (F/P) e o erro médio (E/P)

FV ⁽¹⁾	GL	QM	E(QM)	F ⁽¹⁾
R/P	(r-1)a	Q ₁	$\sigma^2 + f\sigma_r^2$	Q ₁ /Q ₆
P	(p-1)	Q ₂	$\sigma^2 + r\sigma_f^2 + f\sigma_r^2 + frV_p$	(Q ₂ +Q ₆)/(Q ₁ +Q ₃)
F/P	(f-1)p	Q ₃	$\sigma^2 + r\sigma_f^2$	Q ₃ /Q ₆
F/P _i	(fi-1)	Q ₄	$\sigma^2 + r\sigma_{fi}^2$	Q ₄ /Q ₆
F/P _s	(fs-1)	Q ₅	$\sigma^2 + r\sigma_{fs}^2$	Q ₅ /Q ₆
E/P	(f-1)(r-1)p	Q ₆	σ^2	-

(1) - Graus de liberdade associados às estimativas de F, para experimentos, obtidos conforme Satterthwaite, citado por Campos (1984); Pi- população de gonçalo-alves de Ilha Solteria-SP; Ps- população de gonçalo-alves de Selvíria-MS; f=fi=fs;

TABELA 10. Esquema da análise de variância conjunta para a população de jacarandá-caroba nos dois experimentos, para cada um dos caracteres nutricionais estudados, tendo como fonte de variação: repetições dentro de experimento (R/S), experimento (S); famílias (F), famílias x experimento (F x S) e o erro médio (E/S)

FV	GL	QM	E(QM)	F ⁽¹⁾
R/S	s(r-1)	Q ₁	$\sigma^2 + f\sigma_r^2$	Q ₁ /Q ₅
S	(s-1)	Q ₂	$\sigma^2 + r\left(\frac{s}{s-1}\right)\sigma_{fs}^2 + f\sigma_r^2 + frV_s$	$\frac{Q_2 + Q_5}{Q_1 + Q_4}$
F	(f-1)	Q ₃	$\sigma^2 + rs\sigma_f^2$	Q ₃ /Q ₅
F x S	(f-1)(s-1)	Q ₄	$\sigma^2 + r\left(\frac{s}{s-1}\right)\sigma_{fs}^2$	Q ₄ /Q ₅
E/S	(r-1)(f-1)s	Q ₅	σ^2	-

(1) - Graus de liberdade associados às estimativas de F, para experimentos, obtidos conforme Satterthwaite, citado por Campos (1984);

3.4. Análise do coeficiente de trilha

Foi realizada a análise do coeficiente de caminamento (ou coeficiente de trilha) entre as variáveis nutricionais em ambas as populações baseando-se na metodologia apresentada por Li (1975) e Cruz & Regazzi (1994). Na obtenção das estimativas do coeficiente de caminamento foi utilizado o programa "GENES", desenvolvido por Cruz (1997).

3.5. 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 (ALT1, ALT2, ALT3, ALT4, DMC, DA3, FORM, ESP, DBC) - grupo I;

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

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

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

R_{12} : matriz (p x q) das correlações das variáveis do grupo I com as variáveis do grupo II;

R_{21} : matriz (q x p) das correlações das 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 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 DISCUSSÕES

4.1. Considerações gerais

Nas tabelas 11 e 12 estão apresentadas as estimativas da estatística "g" (Teste de Cochran) para os caracteres silviculturais e os nutricionais das duas populações de gonçalo-alves e a população de jacarandá-caroba nos dois experimentos. Para todos caracteres estudados aceitou-se a hipótese da nulidade, ou seja, existe homogeneidade de variâncias. Isso significa que as progênies apresentaram a mesma variação dentro dos experimentos e populações.

TABELA 11. Estimativa de "g" (Teste de Cochran) para os caracteres silviculturais e nutricionais nas populações de gonçalo-alves de Selvíria e Ilha Solteira.

Caracteres	Estatística "g" ⁽¹⁾	
	Pop. Selvíria	Pop. Ilha Solteira
ALT1	0,06746	0,07129
ALT2	0,07028	0,07732
ALT3	0,07184	0,06887
ALT4	0,07755	0,06036
DMC	0,10739	0,07747
DA3	0,07981	0,07021
FORM	0,10680	0,08140
ESP	0,08138	0,06679
DBC	0,09451	0,10555
N	0,08489	0,07861
P	0,12961	0,08966
K	0,10052	0,07673
Ca	0,05995	0,07780
Mg	0,10364	0,11006
S	0,12017	0,10775

(1) Teste de Cochran $g_{9\%} = 0,1377$ para todos caracteres; $g_{1\%} = 0,1635$.

TABELA 12. Estimativa de "g" (Teste de Cochran) para os caracteres silviculturais e nutricionais na população de jacarandá-caroba, em dois experimentos, um intercalando com a população de gonçalo-alves de Selvíria, MS (EXP-1), e o outro com a de Ilha Solteira, SP (EXP-2).

Caracteres	Estatística "g" ⁽¹⁾	
	EXP-1	EXP-2
ALT1	0,11528	0,08639
ALT2	0,09034	0,07793
ALT3	0,10455	0,06375
ALT4	0,11509	0,10919
DMC	0,10359	0,09786
DA3	0,08005	0,11278
FORM	0,12195	0,09557
ESP	0,08508	0,11558
DBC	0,11940	0,10449
N	0,083548	0,08870
P	0,08557	0,08530
K	0,08618	0,12389
Ca	0,06545	0,08598
Mg	0,07675	0,10893
S	0,09630	0,06453

(1) Teste de Cochran $g_{5\%} = 0,1377$ para todos caracteres; $g_{1\%} = 0,1635$.

4.2. Análises de variância

Os resultados das análises estatísticas individuais e conjuntas para todos os caracteres silviculturais, respectivamente para as duas populações de gonçalo-alves, Selvíria, MS e Ilha Solteira, SP e a população de jacarandá-caroba nos dois experimentos, encontram-se nas Tabelas 13 a 21 e 11A a 19A.

Na Tabela 13, pode-se verificar que a população de gonçalo-alves de Selvíria apresentou as maiores médias para os caracteres silviculturais. Porém, não houve diferenças significativas entre as duas populações consideradas Selvíria e Ilha Solteira. Por outro lado, a magnitude dos valores de F, para os caracteres silviculturais, manteve-se mais alta para a população de gonçalo-alves de Ilha Solteira, indicando uma maior variação genética entre progênies. Fonseca et al. (1998), trabalharam com três espécies nativas em teste de progênies, inclusive o gonçalo-alves, obtiveram os seguintes resultados para altura total: 3,50 m, 3,21 m e 3,90m para *Astronium fraxinifolium*, *Myracrodruon urundeuva* e *Terminalia argentea*, respectivamente aos três anos de idade, no mesmo local em que foi realizado o presente trabalho.

Sampaio et al. (1989), trabalhando com caroba (*jacaranda copaia*) em vários espaçamentos, obteve melhores resultados em volume útil e área basal no espaçamento de 2 x 3 m. A espécie apresentou um rápido crescimento (13,47 a 20,9 m) e elevada taxa de sobrevivência (70,98%) aos nove anos de idade.

As médias dos conteúdos de nutrientes obtidos, tanto para gonçalo-alves como para jacarandá-caroba (Tabelas 13 e 14), estão de acordo com as médias obtidas para aroeira por Freitas (1998), Oliveira (1999) e Moraes (1992) e outras espécies de arbóreas nativas como, a canafistula (Gonçalves et al., 1992), peroba-rosa (Muniz & Silva, 1995) e erva-mate (Radomski et al., 1992), apresentadas na Tabela 3.

Para *Eucalyptus grandis* com 3 anos de idade, no Estado de São Paulo, verificou-se que o conteúdo de N nas folhas varia desde o nível de deficiência latente (18,0 g/kg), nos locais onde as árvores apresentam menor altura até níveis de teores ótimos (23,2 g/kg), onde as árvores apresentam maior altura (Bellote & Ferreira, 1993).

Quanto a forma, as espécies apresentaram médias muito baixas, sendo 4,60 para o gonçalo-alves e 5,13 para jacarandá-caroba. Isto reflete o grande número de bifurcações do caule e



tortuosidades. O jacarandá-caroba apresentou um fuste mais retilíneo que o gonçalo-alves, porém maior número de bifurcações, o que diminuiu a nota por planta. Freitas (1999) obteve resultados superiores para *Myracrodruon urundeuva* (5,90) aos quatro anos e seis meses de idade.

Carvalho (1994), trabalhando com algumas espécies florestais, concluiu que as espécies nativas apresentam comportamento satisfatório quando usada em plantio puro em pleno sol, em solos férteis, porém com forma inadequada; já o plantio misto, associado com espécies pioneiras e secundárias, possibilita melhor forma de fuste e o crescimento mais rápido.

As médias de DBC, DMC para as progênies de gonçalo-alves e jacarandá-caroba estão de acordo com as obtidas por Freitas (1999) para aroeira, 0,59 g/cm³ e 1,86 m, respectivamente para DBC e DMC. O jacarandá-caroba apresentou superioridade em relação ao gonçalo-alves para esses dois caracteres. Por outro lado, as ESPs das populações de gonçalo-alves foram superiores a de jacarandá-caroba (Tabelas 13 e 14).

Os coeficientes de variação experimental (CV_{exp}) para os caracteres silviculturais variaram de 4,84% a 12,69% e 5,66% a 16,37% DBC e ALT1 e de 5,68% a 14,26% e 5,55% e 14,12% (ALT4 e ALT1) para a população de gonçalo-alves de Selvíria e Ilha Solteira e para os experimentos 1 e 2 de jacarandá-caroba, respectivamente (Tabelas 13 e 14). Tais resultados demonstram que a influência microambiental foi maior para os caracteres da população de Ilha Solteira, principalmente para aqueles avaliados na fase inicial e obtidos com menor precisão, o que pode ter contribuído para o erro experimental ou esses caracteres sofrem mesmo mais efeito de variações microambientais.

Os coeficientes experimental (CV_{exp}) dos caracteres silviculturais foram bem menores que os nutricionais, essa variação pode ser atribuída a forma com que estas caracteres foram avaliados, já que a mensuração é difícil, ou devido a dependência de mais de uma variável (como magnésio), acarretando um maior erro amostral. Para o caráter altura (ALT1, ALT2, ALT3 e ALT4) os valores CV_{exp} obtidos para o gonçalo-alves e para o jacarandá-caroba, quando comparados com dados obtidos na literatura por vários autores (Tabela 1), podem ser considerados como baixos, portanto variação observada nessas populações decorre da variação natural das espécies.

Os resultados da análise de variância individual mostraram variações genéticas significativas entre as progênies para as duas populações de gonçalo-alves em todos os caracteres silviculturais estudados, com exceção para o caráter sobrevivência que foi uniforme, para as

progênes de gonçalo-alves de Selvíria e Ilha Solteiras (80%) e para as de jacarandá-caroba do experimento 1 (96%) (Tabelas 13 e 14). Sebbenn et al. (1998) constataram uma sobrevivência menor (74,5%) para a *Myroxylon peruiferum*, aos 4 anos de idade. Segundo Sebbenn et al. (1999b) a sobrevivência de plantas, juntamente com a capacidade reprodutiva, é um indicativo de adaptação de uma espécie a um determinado ambiente. Portanto, os resultados de sobrevivência permitem supor uma boa adaptação da espécie aos locais de experimentação. Oliveira (1999) encontrou baixa mortalidade de plantas ao avaliar a sobrevivência da aroeira nos sistemas de cultivo consorciado (97,22%) e homogêneo (97,44%), superiores aos valores encontrados para o gonçalo-alves.

Os caracteres nutricionais em geral não apresentaram diferenças significativas entre progênes, com exceção do enxofre (S) na população de gonçalo-alves de Selvíria e Magnésio (Mg) e nitrogênio (N) na população de Ilha Solteira. Segundo Gonçalves & Benedetti (2000) estes caracteres apresentam uma grande variação sazonal, o que pode mascarar as variâncias genéticas entre as progênes.

As progênes de jacarandá-caroba apresentaram diferenças significativas para caracteres silviculturais e praticamente nenhuma para os nutricionais, com exceção do enxofre e magnésio. Nos dois experimentos, as progênes de jacarandá-caroba apresentaram médias muito semelhantes para todos os caracteres, fornecendo resultados mais confiáveis para estimações dos parâmetros genéticos. Tal fato, leva a conclusão que as características edafoclimáticas dos locais dos experimentos eram muito homogêneas.

Quanto ao desempenho no campo, para média de altura total (ALT) e diâmetro do fuste a 30 cm do solo (DA3), a espécie jacarandá-caroba apresentou um desenvolvimento mais rápido que o gonçalo-alves (Tabelas 12 e 13). Isso pode ser atribuído ao espaçamento usado para o plantio ou uma característica própria dessa espécie. Tal fato permitiu a entrada do gado no início do quarto ano após o plantio para ajudar no controle do mato, tornando o experimento um sistema silvopastoril. Além disso, o gado pôde alimentar-se das folhas mais baixas das plantas de jacarandá-caroba, sugerindo essa espécie como mais um complemento na dieta bovina, como fonte de proteína e fibra.

Os resultados de altura das duas espécies estão nas Figuras 1A e 2A. Essas figuras demonstram com maior clareza, que a população de gonçalo-alves de Selvíria apresentou um maior crescimento do que a população de Ilha Solteira, bem como o semelhante resultado obtido para o jacarandá-caroba nos dois experimentos.



Algumas anotações de campo, somadas às análises estatísticas realizadas, permitem inferir que o jacarandá-caroba seja uma espécie secundária inicial antrópica e o gonçalo-alves uma secundária tardia antrópica. Isto quer dizer que, em condições antropizadas elas colonizam rapidamente a área, diferente do que ocorre dentro de matas, onde as espécies se restringem a poucos indivíduos. A adaptação das espécies no local do experimento (solo de baixa fertilidade e condições físicas degradadas, (Tabelas 20A e 21A)), o grande número de sementes, a maturidade reprodutiva precoce (2 anos jacarandá-caroba e 3 anos gonçalo-alves), a rápida colonização são os caracteres que levam a tais inferências, de acordo com a classificação das espécies em grupos sucessionais, proposta por Kageyama et al. (1994). Colaborando com isso, Durigan (2000)¹, em um levantamento fitossociológico feito no estado de São Paulo, afirma que a espécie *Astronium fraxinifolium* não foi encontrada dentro de florestas fechadas, mas sim em margens de rodovias ou de florestas.

Os quadrados médios das análises de variância dos caracteres silviculturais e nutricionais estão apresentados nas Tabelas 11A a 19A.

¹ Giselda Durigan, comunicação pessoal, Estação Experimental de Assis, 2000.



TABELA 13. Médias e resultados das análises de variância para os caracteres silviculturais e nutricionais, em duas populações de gonçalo-alves, Selvíria, MS e Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS.

Caracteres	Populações							
	SELVIRIA				ILHA SOLTEIRA			
	Média	CV _{exp} (%)	F	Pr > F	Média	CV _{exp} (%)	F	Pr > F
ALT1 (m)	1,55	12,69	1,92	0,0080	1,43	16,37	3,66	0,0001
ALT2 (m)	2,96	10,20	2,91	0,0001	2,78	14,64	2,47	0,0004
ALT3 (m)	3,88	9,94	3,27	0,0001	3,58	13,34	2,66	0,0001
ALT4 (m)	4,71	9,94	4,07	0,0001	4,34	13,35	2,97	0,0001
DMC (m)	1,94	11,30	2,73	0,0001	1,86	12,50	3,62	0,0001
DA3 (cm)	6,43	10,68	2,85	0,0001	5,96	13,36	2,52	0,0003
FORM	4,75	12,16	3,12	0,0001	4,58	13,36	3,35	0,0001
ESP (mm)	11,97	10,29	3,70	0,0001	10,78	13,16	5,08	0,0001
DBC (g/cm ³)	0,64	4,84	1,25	0,2037	0,67	5,66	7,87	0,0001
SOB (%) ⁽¹⁾	81,33	8,14 ⁽¹⁾	1,10 ⁽¹⁾	0,3491	80,53	11,09 ⁽¹⁾	1,43 ⁽¹⁾	0,0816
N (g/kg)	23,54	10,94	1,52	0,0624	23,49	7,43	2,09	0,0032
P (g/kg)	1,19	22,23	1,16	0,2817	1,29	15,09	1,31	0,1585
K (g/kg)	18,36	16,94	0,86	0,6692	16,35	15,10	1,34	0,1425
Ca (g/kg)	10,85	30,15	1,40	0,1065	9,05	26,95	1,42	0,0984
Mg (g/kg)	2,86	28,28	0,48	0,9875	2,74	21,72	2,20	0,0017
S (g/kg)	1,52	20,09	1,93	0,0078	1,24	16,31	1,06	0,3980

1-para efeito de análise estatísticas dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

TABELA 14. Médias e resultados das análises de variância para os caracteres silviculturais e nutricionais, em uma população de jacarandá-caroba, em dois experimentos, sendo um intercalando com a população de gonçalo-alves de Selvíria, MS (EXP-1) e o outro com a de Ilha Solteira, SP (EXP-2) em Selvíria -MS.

Caracteres	Experimentos							
	EXP-1				EXP-2			
	Média	CV _{exp} (%)	F	Pr > F	Média	CV _{exp} (%)	F	Pr > F
ALT1 (m)	1,70	14,26	3,51	0,0001	1,73	14,13	3,69	0,0001
ALT2 (m)	4,26	10,68	3,26	0,0001	4,27	8,58	4,14	0,0001
ALT3 (m)	5,75	7,73	4,12	0,0001	5,75	6,54	5,58	0,0001
ALT4 (m)	6,51	5,69	5,99	0,0001	6,51	5,55	4,85	0,0001
DMC (m)	2,17	12,20	1,88	0,0099	2,30	10,93	2,91	0,0001
DA3 (cm)	7,31	9,63	3,97	0,0001	7,51	9,01	3,25	0,0001
FORM	5,19	12,32	2,24	0,0014	5,09	12,52	2,01	0,0050
ESP (mm)	7,66	9,61	4,79	0,0001	7,59	8,93	4,79	0,0001
DBCS (g/cm ³)	0,75	9,46	0,89	0,6277	0,76	7,69	0,71	0,8532
SOB (%) ⁽¹⁾	94,00	5,82 ⁽¹⁾	1,14 ⁽¹⁾	0,3044	96,67	2,69 ⁽¹⁾	2,55 ⁽¹⁾	0,0002
N (g/kg)	14,78	10,45	1,67	0,0302	14,97	12,47	1,27	0,1888
P (g/kg)	1,27	26,00	1,83	0,0133	1,09	24,08	1,16	0,2857
K (g/kg)	17,74	17,39	1,18	0,2619	15,63	20,85	1,17	0,2773
Ca (g/kg)	15,74	13,46	1,77	0,0174	14,66	14,72	1,60	0,0415
Mg (g/kg)	2,85	26,69	2,13	0,0026	2,44	25,20	1,29	0,1692
S (g/kg)	1,30	25,06	1,93	0,0077	1,02	23,07	1,56	0,0509

1-para efeito de análise estatísticas dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

Nas tabelas 15 e 16 estão apresentadas as estimativas de "F" obtidas nas análises conjuntas para as populações de Ilha Solteira e Selvíria de gonçalo-alves e nos experimentos 1 e 2 que envolvem a população de jacarandá-caroba.

As duas populações de gonçalo-alves não apresentaram diferenças genéticas, apesar do isolamento entre elas provocado pela construção do lago da Hidrelétrica de Ilha Solteira. houvesse diferenças estatísticas entre as duas populações consideradas (Tabela 15).

A análise conjunta mostrou diferenças altamente significativas para as famílias de gonçalo-alves dentro das populações para todos os caracteres silviculturas, constatando-se que a maior variação ocorre dentro de populações do que entre populações (Tabela 15). Resultados semelhantes foram obtidos por Sebbenn et al. (1999a) quando trabalharam com procedências de *Grevillea robusta*, observaram que nos três locais de ensaio, encontraram grande variação genética dentro das populações estudadas.

A maioria dos trabalhos com essências nativas, têm revelado grande variação dentro de populações. Nogueira et al. (1986c) detectaram diferenças significativas entre progênies dentro de populações de *Astronium urundeuva*. Nogueira et al. (1986a) estudando progênies de quatro populações de *Pterogyne nitens* Tul., detectaram variação genética significativa entre progênies em duas populações. Siqueira et al. (1986a), estudando populações de *P. dubium*, em Pederneiras e Luiz Antônio (SP), detectaram diferenças significativas entre as progênies dentro das populações em ambos os locais. Ettori et al. (1996), estudando duas populações de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol., encontraram variações genéticas significativas entre progênies, apenas para uma das populações. 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

O efeito da interação, entre experimentos e famílias, para a espécie jacarandá-caroba, não mostrou significância para os caracteres estudados (Tabela 16), o que indica que as famílias apresentam o mesmo comportamento quando em consórcio com a população de gonçalo-alves de Selvíria ou a de Ilha Solteira (Tabela 15), nos três primeiros anos de idade. Observa-se que após o terceiro ano de idade as progênies começam a se expressar diferentemente nos dois ambientes em que foram introduzidas (ALT4). Segundo Namkoong (1984) isso se deve ao fato de que populações implantadas em ambientes distintos segregam diferentemente, mesmo quando provenientes de uma base genética restrita. No futuro, segundo o autor, o agrupamento de materiais provenientes dessas populações maximiza as combinações genéticas favoráveis, que poderão ser exploradas em programas de melhoramento genético em curto prazo.

Observa-se que ocorreram diferenças significativas entre famílias dentro de populações somente para N, Ca e S e entre populações apenas o S, para a espécie gonçalo-alves. Fonseca

(2000) encontrou diferenças significativas entre duas populações de aroeira (Seridó e Paulo de Faria) para quase todos os caracteres nutricionais estudados exceto Mg e S, em Selvíria-MS.

As progênes de jacarandá-caroba apresentaram diferenças significativas entre os experimentos para os caracteres K, Mg e S. Freitas (1999), estudando esses mesmo caracteres nas progênes de aroeira em diferentes sistemas de plantio, encontrou diferença significativa entre família para N, P, K, Ca e Mg. Porém, não observou entre os sistemas de plantio.

TABELA 15. Estimativas dos valores de "F" para os efeitos de populações (P) e de famílias dentro de populações (F/P), na análise conjunta, envolvendo as duas populações de gonçalo-alves, de Selvíria, MS e de Ilha Solteira, SP, para todos os caracteres estudados.

Caracteres silviculturais										
FV	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	SOB ⁽¹⁾
P	0,53	0,48	1,01	1,14	0,34	1,35	0,80	1,60	0,27	0,14
F/P	2,94**	2,62**	2,89**	3,40**	3,19**	2,66**	3,24**	4,49**	6,35**	1,01
Caracteres nutricionais										
FV	N	P	K	Ca	Mg	S				
P	0,07	0,65	1,20	2,43	0,46	5,36*				
F/P	1,70**	1,21	1,05	1,41*	1,08	1,66**				

(*) - valores de F significativos em nível de 5% de probabilidade; (**) - valores de F significativos em nível de 1% de probabilidade; 1-para efeito de análise estatísticas dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

TABELA 16. Estimativas dos valores de F para os efeitos de experimentos (S) e da interação famílias e experimentos (FxS), envolvendo uma população de jacarandá-caroba, em dois experimentos, intercalados com as populações de gonçalo-alves de Selvíria, MS e de Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS.

Caracteres silviculturais										
FV	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	SOB ⁽¹⁾
S	0,13	0,02	0,02	0,25	0,99	0,60	0,28	0,93	0,59	1,53
FxS	0,85	1,01	1,09	1,64*	1,30	1,04	1,38	0,82	0,77	0,28
Caracteres nutricionais										
FV	N	P	K	Ca	Mg	S				
S	0,39	0,23	13,42**	2,09	6,20**	4,40**				
FxS	1,13	1,01	1,02	0,88	1,33	1,49				

(*) - valores de F' significativos em nível de 5% de probabilidade; (**) - valores de F' significativos em nível de 1% de probabilidade; 1-para efeito de análise estatísticas dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

4.3. Estimativas dos parâmetros genéticos

As estimativas dos coeficientes de variações dentro (CV_d), genética (CV_g), do erro entre parcelas (CV_e), aditiva (CV_A), fenotípica (CV_F), fenotípica média ($CV_{\bar{F}}$) e o “quociente de seleção” $\hat{b}$ (CV_g/CV_{exp}) para os caracteres silviculturais e nutricionais para as populações de gonçalo-alves e jacarandá-caroba se encontram nas Tabelas 17 e 18. Para se estimar esses parâmetros foram usados os resultados das estimativas das variâncias de cada parâmetro apresentado nas Tabelas 5A a 6A. As análises foliares foram realizadas nos totais de parcela, não havendo portanto os CV_d e CV_F para os caracteres nutricionais.

Os coeficientes de variação genética (CV_g) dos caracteres silviculturais e nutricionais variaram de 0% a 8,64% (para K e S) e de 1,79% a 11,94 % (S e ALT1), para as populações de gonçalo-alves de Selvíria e de Ilha Solteira, respectivamente (Tabela 17). A população de gonçalo-alves de Ilha Solteira apresentou maiores valores de CV_g para os caracteres silviculturais e

nutricionais em relação a população de gonçalo-alves de Selvíria (Tabela 17). Esses resultados indicam haver mais variação entre progênies na população de Ilha Solteira. Provavelmente, a magnitude desse parâmetro, para o presente trabalho, deve-se ao fato de que árvores matrizes da população de gonçalo-alves de Ilha Solteira estão localizadas mais distantes uma das outras do que as da população de Selvíria, ocasionando um incremento na variabilidade genética. Segundo Futuyma (1992) quanto mais distanciadas estão as populações, mais diferentes elas são em frequências alélicas e nos caracteres fenotípicos de base genética, embora não haja, frequentemente, uma correlação restrita. O grau de divergência é extremamente variável. Esse enfoque pode ser direcionado para indivíduo também, principalmente para aquelas espécies que o polinizador encontra barreiras para alcançar algumas plantas (distância).

Em relação ao coeficiente de variação genética para altura total, que foi obtido para os quatro primeiros anos, verifica-se um comportamento diferenciado ao longo dos anos. Existindo uma tendência a atingirem uma estabilização em torno dos 8,00% para o gonçalo-alves e 6,00% para o jacarandá-caroba (Figuras 1 e 3).

Geralmente as espécies nativas apresentam um crescimento lento e os coeficientes estimados para alguns caracteres, principalmente os que sofrem mais o efeito ambiental, podem vir a mudar e expressar ou não variação genética em idades mais avançadas, quando atingirem a maturidade reprodutiva. O ideal é fazer novas avaliações em idades mais avançadas, para se conhecer melhor a variação genética dessas espécies (Sebbenn et al., 1998). Análise feita por Siqueira et al. (1993) constataram que, apesar de possuírem dados de 13 anos de idade da cumbaru, existe a necessidade de prolongar os testes de conservação dos recursos genéticos, permitindo que se conheça melhor a estrutura genética das populações estudadas. Mesmo assim, os resultados encontrados para altura são comparáveis aos encontrados para cumbaru por Siqueira et al. (1993) e para ipê-amarelo por Ettori et al. (1995), os quais variaram de 0,0 a 14,39% para a primeira espécie e de 5,32% a 21,84% para a segunda. Por outro lado são superiores aos encontrados para ipê-roxo (*T. heptaphylla*) por Ettori et al. (1996), que variaram de 0,0 a 4,19%.

Fonseca et al. (1997) encontraram, para altura de plântulas de cagaita (*Eugenia dysenterica*) um coeficiente de variação genética de 5,65% e 3,19%. Para a espécie *Cordia trichotoma* (louro-pardo) o CV_g , para diâmetro do fuste a altura do peito (DAP), variou de 5,58% a 8,42%, dos 2 aos 7 anos após o plantio (Ettori et al., 1997). Nodari et al. (1993) avaliando procedências de *Euterpe*



edulis, encontrou para os caracteres diâmetro a altura do colo, altura total, altura da inserção da folha e número de folhas, valores de CV_g variando de 5,7 a 6,9, 7,1 a 9,1, 6,2 a 8,1 e 0,0 a 7,0, respectivamente.

Nogueira et al. (1986b), estudando testes de progênes e procedência de pau d'alho (*Galliesia gorarema*), obtiveram um CV_g que variou de 0,17% a 1,46% e de 0,15 a 1,72% , o CV_d de 16,70% a 21,03% e 8,83% a 11,68% , CV_{exp} 12,43% a 13,80% e de 14,20 e 21,01% para a altura (36 meses), para as populações de Luis Antônio-SP e Pederneiras-SP, respectivamente. Para Sebben et al. (1998) um coeficiente de variação genética acima de 7% é considerado alto.

Entre os caracteres nutricionais, o cálcio (Ca) e o enxofre (S) foram os que apresentaram o maior CV_g para a população de Selvíria e o magnésio (Mg) e o cálcio (Ca) para a população de Ilha Solteira (Tabela 16).

A população de Selvíria apresentou um “quociente de seleção” $\hat{b}$ (CV_g/CV_{exp}) que variou de 0,18 a 0,78, bem mais baixo que a população de Ilha Solteira, que variou de 0,19 a 1,17 (Tabela 18). Esses resultados demonstram que o “quociente de seleção” $\hat{b}$ (CV_g/CV_{exp}) é médio para a população de Selvíria e alto para a de Ilha Solteira, podendo a segunda ter resposta mais efetiva a seleção, segundo Vencovsky & Barriga (1992). O caráter silvicultural que apresentou o melhor valor para o “quociente de seleção” $\hat{b}$ (CV_g/CV_{exp}) foi ALT4 e DBC para as populações de gonçalo-alves de Selvíria e Ilha Solteira, respectivamente. Esses caracteres podem ser usados para obter os melhores genótipos.

Para a população de jacarandá-caroba nos dois experimentos, Selvíria e Ilha Solteira, respectivamente, o coeficiente de variação genética e o “quociente de seleção” para os caracteres silviculturais e nutricionais variaram de 3,32% a 12,66% e 2,87% a 10,37% (CV_g); e de 0,19 a 1,00 e de 0,18 a 0,96 ($\hat{b}$). De um modo geral, as maiores estimativas desses parâmetros foram para os caracteres silviculturais. Entre os caracteres nutricionais, o N e Mg, e Ca e S no experimento 1 e no experimento 2, respectivamente foram caracteres que apresentaram os “quociente de seleção” $\hat{b}$ (CV_g/CV_{exp}) mais altos.

As estimativas de CV_g , citadas por Sampaio & Venturieri (1990), para *Copaifera multijuga* (30,65%), *Hymenaea courbaril* (27,50%), *Apuleia leiocarpa* (16,94%) e *Hymenobolium* sp. (23,50%) foram mais altas do que os valores obtidos para altura nas duas espécies avaliadas no

presente trabalho. A explicação para valores altos, pode estar na amostragem feita. Segundo Vitti et al. (1992) mais que uma população pode ter sido incluída na hora das amostragens. A definição do tamanho da população e da área que a mesma abrange, é o ponto chave para se obter resultados mais confiáveis e dentro da média, mas isso é muito difícil em espécies florestais, pois algumas populações abrangem áreas muito grandes ou pequenas.

Alguns parâmetros (CV_b , $\hat{b}$) analisados apresentaram valores nulos ou muitos baixos, principalmente para os caracteres nutricionais. Esses resultados têm sido verificados por muitos autores em vários testes de procedência e progênie de espécies arbóreas tropicais. Quando o objetivo é seleção, em nível de melhoramento, isso é problema e para resolve-lo têm-se sugerido aumentar o número de repetições, diminuindo assim o valor do erro amostral.

Para as duas espécies estudadas a variação dentro de progênies (CV_d) foi média a alta para todos os caracteres estudados, conforme os resultados apresentados para algumas espécies florestais nas Tabelas 1, 2 e 3. Outros autores têm relatado resultados coincidentes para diferentes espécies, como Etori et al. (1995), Oliveira (1999), Sebbenn et al. (1999a), Siqueira et al. (1986a).

Altos valores de CV_d implicam em uma alta variação fenotípica dentro das progênies. Isso é altamente relevante para a conservação genética da espécie, visto que sua eficiência é definida pela variação genética entre populações, entre progênies dentro de populações e entre indivíduos dentro de progênies. Considerando que $\frac{3}{4}$ da variância aditiva, que é a variância responsável pela semelhança entre pais e filhos, está dentro das progênies, este é portanto, o nível hierárquico populacional que apresenta a maior parte da variância genética de uma população. Altos CV_d aumentam o potencial de uma população para a conservação, além de favorecerem, no caso de melhoramento, a seleção de indivíduos superiores dentro de progênies (Sebbenn et al., 1999b).

Os resultados encontrados para essas espécies estudadas são similares às estimativas feitas para outras espécies como *Myracrodruon urundeuva* (Oliveira, 1999), *Peltrophium dubium* (Sebbenn et al., 1999b), *Tabebuia heptaphylla* (Etori et al., 1996), *Dipterix alata* (Siqueira et al., 1993), mostradas na Tabela 1.

Hamrick (1983); Hamrick & Godt (1990) detectaram altos níveis de variabilidade genética dentro de populações para a maioria das espécies arbóreas temperadas e tropicais, avaliadas a partir de dados de marcadores genéticos. Segundo Hamrick (1989), o tipo de sistema reprodutivo, a forma de polinização e dispersão de sementes são os fatores responsáveis por tais resultados. As

populações de espécies arbóreas tropicais, de fecundação cruzada (dióicas), de polinização entomofílica e de dispersão de sementes a longa distância (hidrocoria e zoocoria), apresentam pouca divergência entre suas populações, mantendo maior diversidade dentro das populações.

Assim, se ocorre uma alta variação dentro das populações, uma ou poucas procedências fornecem variabilidade necessária para iniciar um programa de melhoramento com a espécie (Sebbenn et al., 1999a). Por outro lado, como a variabilidade genética dentro das populações está associada ao número de matrizes fornecedoras de sementes para o ensaio, os autores sugerem um número mínimo de árvores por população para atender a expectativa para algum método de melhoramento. Porém, sabe-se que um número mínimo de indivíduos tem que ser considerado para se manter a variabilidade genética no decorrer dos ciclos de seleção e um maior número de alelos favoráveis. Quando o objetivo é a conservação genética da espécie, a variabilidade se torna de maior importância, sendo necessário uma coleta mais representativa de cada população e de um maior número de populações, pois tanto os alelos favoráveis como os não favoráveis têm uma função essencial para a sobrevivência da espécie.

Os coeficientes de variação do erro entre parcelas (CV_e) para ALT1, ALT2, ALT3 e ALT4 para as foram menores para a população de gonçalo-alves de Selvíria. Já para a o jacarandá-caroba apresentaram a mesma magnitude. Verificou-se, que os efeitos de CV_e tanto para população de gonçalo-alves de Ilha Solteira como para a população de jacarandá-caroba nos dois experimentos foram mais pronunciados nas idades iniciais (Tabelas 17 e 18). Sebbenn et al. (2000) estudando três populações de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa) observaram valores médios de CV_e variando de 7% a 15 %, para os dois caracteres estudados DAP e altura. Tais resultados são semelhantes aos observados para altura para as duas espécies estudadas. Já, quando foram comparados os resultados obtidos para as espécies gonçalo-alves e jacarandá-caroba para o caráter DA3 com do autor para o caráter DAP, observou-se que o DA3 é um caráter que apresenta menor efeito ambiental na variação fenotípica. No geral, o que se pode afirmar é que os caracteres silviculturais apresentaram valores de CV_e mais baixos que os caracteres nutricionais.

As estimativas dos CV_F (11,16% a 36,77%) foram bem mais baixas que aquelas obtidas por Freitas (1999) e Fonseca (2000) que variaram de 25,78% a 205,81% e de 20,09% a 103,74%, respectivamente.

discutir

A grande variação genética estimada nas populações de gonçalo-alves e jacarandá-caroba sugere boas perspectivas na estratégia de conservação “ex situ” das espécies. Considerando-se a possibilidade de utilização dos ensaios para coleta de sementes, para a espécie gonçalo-alves as características genéticas das duas populações se combinariam, formando uma população com base genética mais ampla.

TABELA 17: Estimativas dos coeficientes de variação para os caracteres silviculturais e nutricionais, em duas populações de gonçalo-alves, Selvíria, MS e Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS.

POP	Caracteres	CV _d (%)	CV _g (%)	CV _e (%)	CV _F (%)	CV _{F̄} (%)	$\hat{b}$
Selvíria	ALT1	28,32	5,44	7,66	29,84	7,86	0,43
	ALT2	23,35	6,30	5,91	24,90	7,78	0,62
	ALT3	23,52	6,70	5,29	25,02	8,04	0,67
	ALT4	23,12	7,79	5,50	25,01	8,97	0,78
	DMC	23,83	6,65	7,45	25,85	8,35	0,59
	DA3	24,10	6,50	6,25	25,74	8,06	0,61
	FORM	31,33	7,92	4,46	32,63	9,61	0,65
	ESP	23,75	7,57	5,58	25,54	8,86	0,74
	DBC	10,74	1,08	2,85	11,16	2,42	0,22
	N	-	3,52	10,94	-	6,03	0,32
	P	-	4,01	22,23	-	10,72	0,18
	K	-	nc	16,94	-	7,03	nc
	Ca	-	8,56	30,15	-	15,97	0,28
	Mg	-	nc	28,28	-	8,77	nc
	S	-	8,64	20,09	-	12,47	0,43
Ilha Solteira	ALT1	31,68	11,94	11,69	35,82	14,01	0,73
	ALT2	26,09	7,93	11,12	29,45	10,28	0,54
	ALT3	26,85	7,69	9,03	29,36	9,73	0,58
	ALT4	27,45	8,38	8,73	30,00	10,29	0,63
	DMC	26,49	9,04	7,90	29,09	10,63	0,72
	DA3	28,25	7,36	8,44	30,39	9,48	0,55
	FORM	35,55	9,16	2,05	36,77	10,93	0,69
	ESP	26,86	11,89	8,59	30,60	13,26	0,90
	DBC	12,43	6,63	2,75	14,36	7,10	1,17
	N	-	3,82	10,45	-	6,03	0,37
	P	-	10,97	27,00	-	16,31	0,41
	K	-	3,33	17,39	-	8,46	0,19
	Ca	-	5,29	13,46	-	8,02	0,39
	Mg	-	12,66	26,69	-	17,40	0,47
	S	-	10,79	25,07	-	15,56	0,43

(CV_d) coeficiente de variação dentro de progênies; do erro entre parcelas (CV_e); genética (CV_g); fenotípica em nível de plantas (CV_F); fenotípica em nível de média (CV_{F̄}); "quociente da seleção $\hat{b}$ " (CV_g/CV_{exp}); nc- não calculado.

TABELA 18. Estimativas dos coeficientes de variação para os caracteres silviculturais e nutricionais, para a população de jacarandá-caroba, em dois experimentos (EXP.1) e (EXP.2), em Selvíria –MS.

EXP.	Caracteres	CV _d (%)	CV _g (%)	CV _e (%)	CV _F (%)	CV _{F̄} (%)	$\hat{b}$
EXP-1	ALT1	27,37	10,11	11,07	31,20	11,95	0,71
	ALT2	18,14	7,18	8,87	21,43	8,62	0,67
	ALT3	17,24	6,11	4,95	18,95	7,02	0,79
	ALT4	14,53	5,68	3,07	15,90	6,23	1,00
	DMC	24,07	5,12	9,30	26,31	7,49	0,42
	DA3	24,41	7,43	5,28	26,06	8,59	0,77
	FORM	31,42	6,13	6,64	32,70	8,24	0,49
	ESP	20,24	8,36	6,90	22,96	9,40	0,87
	DBC	10,93	nc	8,75	13,93	3,99	nc
	N	-	3,82	10,45	-	6,03	0,37
	P	-	10,97	26,99	-	16,31	0,41
	K	-	3,32	17,39	-	8,46	0,19
	Ca	-	5,29	13,45	-	8,01	0,39
	Mg	-	12,67	26,69	-	17,40	0,47
	S	-	10,79	25,07	-	15,56	0,43
EXP-2	ALT1	26,17	10,37	11,31	30,33	12,14	0,73
	ALT2	17,82	6,80	6,30	20,08	7,81	0,79
	ALT3	16,50	6,26	3,81	18,06	6,91	0,96
	ALT4	13,08	4,87	3,60	14,41	5,46	0,88
	DMC	22,42	6,76	8,20	24,81	8,34	0,62
	DA3	22,21	6,05	5,49	23,66	7,27	0,67
	FORM	32,61	5,62	6,80	33,78	7,93	0,45
	ESP	19,70	7,77	6,27	22,09	8,73	0,87
	DBC	10,20	nc	6,95	12,21	2,90	nc
	N	-	2,87	12,47	-	6,28	0,23
	P	-	4,29	24,08	-	11,59	0,18
	K	-	3,81	20,85	-	10,07	0,18
	Ca	-	5,11	14,72	-	8,34	0,35
	Mg	-	6,12	25,20	-	12,83	0,24
	S	-	7,73	23,07	-	12,89	0,34

(CV_d) coeficiente de variação dentro de progênies; do erro entre parcelas (CV_e); genética (CV_g); fenotípica em nível de plantas (CV_F); fenotípica em nível de média (CV_{F̄}); "quociente da seleção $\hat{b}$ " (CV_g/CV_{exp}); nc- não calculado

A herdabilidade foi estimada no sentido restrito, utilizando-se de três níveis: $\hat{h}^2$, em nível de plantas; $\hat{h}_d^2$ em nível de plantas dentro de parcelas; e $\hat{h}_m^2$ em nível de médias por progênes para os caracteres silviculturais. Para os nutricionais somente a herdabilidade em nível de médias por parcelas (Tabelas 19 e 20) foi calculada.

Os coeficientes de herdabilidades em nível média para ALT1, ALT2 ALT3 e ALT4 foram consideradas médios a altos para duas espécies estudadas quando comparados com os dados obtidos na literatura por outros autores para algumas espécies nativas (Tabelas 1). Para os caracteres DA3 e DMC, o $\hat{h}_m^2$ foram considerados altos quando comparados aos resultados de outros autores citados na Tabela 3, tanto para o gonçalo-alves como para o jacarandá-caroba. Assim, para esses caracteres, recomenda-se a seleção entre progênes como um método eficiente, tanto para as populações de gonçalo-alves quanto para a população de jacarandá-caroba nos dois experimentos, se no futuro o objetivo for aplicar métodos de melhoramento.

A estimativa da $\hat{h}^2$ em progênes de meios-irmãos considera que a variância genética entre progênes contém $\frac{1}{4}$ de variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$), porém, quando esta estimativa é realizada em progênes mistas, que combinam meios-irmãos e irmãos completos, a verdadeira variância genética aditiva está entre o intervalo $\frac{1}{4}$ (meios-irmãos) a $\frac{1}{2}$ (irmãos completos), ficando a $\hat{\sigma}_A^2$ superestimada, que por sua vez, leva à estimativas de $\hat{h}^2$ maiores que 1. Nestes casos, a melhor estratégia, é avaliar a herança das características a partir da herdabilidade em nível de média de famílias ($\hat{h}_m^2$), a qual considera apenas a variância genética total entre progênes ($\hat{\sigma}_p^2$), não estando sujeita os problemas de estimativa de $\hat{\sigma}_A^2$ (Sebbenn, 1999b). Costa et al. (2000) também concluíram que para seringueira as herdabilidades em nível de indivíduos têm suas estimativas consideravelmente afetadas ao assumir progênes de polinização aberta como sendo de meios irmãos, desconsiderando o sistema reprodutivo misto da seringueira, obtendo-se ganhos genéticos superestimados na seleção individual.

Os coeficientes de herdabilidade em nível de planta, média e dentro de famílias para altura apresentaram poucas variações entre os anos avaliados, nas duas espécies (Figuras 2 e 4). A altura do quarto ano após o plantio, foi a que apresentou o maior resultado. Valera (1986) atribui esse

comportamento das herdabilidades, ao efeito da competição entre plantas, afirmando que quanto maior a competição, o que acontece muito nos primeiros anos após o plantio, menor o coeficiente de herdabilidade. Menciona ainda que esse quadro pode se inverter com a maturidade das árvores.

Por outro lado, quando os coeficientes de herdabilidades apresentam uma grande estabilidade entre as idades avaliadas, indicam que a amostragem das progênies foi eficiente para preservar uma boa variação genética e são esperados maiores ganhos pela seleção de plantas (Sebbenn et al., 2000).

De uma maneira geral, há uma pequena tendência da $\hat{h}_m^2$ aumentar com a idade das plantas de gonçalo-alves e jacarandá-caroba, indicando que um maior número de genes estão se expressando com seu desenvolvimento (Figuras 2 e 4). De acordo com outros trabalhos similares observou-se que as herdabilidades para o caráter altura em espécies arbóreas tropicais tendem a serem mais baixas no início do desenvolvimento, aumentando até uma determinada fase para posterior estabilização ou decréscimo, podendo até atingir a nulidade. Vencovsky & Barriga (1992) afirmam que, os parâmetros genéticos de um mesmo caráter podem-se alterar com a idade devido o fenômeno da interação dos genótipos com os ambientes.

O coeficiente de herdabilidade em nível de média por parcela ($\hat{h}_m^2$) variou de 0,20 a 0,75 e de 0,59 a 0,87 para as caracteres silviculturais, para a população de gonçalo-alves de Selvíria e de Ilha Solteira, respectivamente. Souza et al. (1998), trabalhando com gonçalo-alves em consórcio com *Pinus* sp, obtiveram valores de herdabilidade em nível média por parcela ($\hat{h}_m^2$) em torno de 0,20 para altura de plantas. Souza et al. (1999) observaram resultados semelhantes trabalhando gonçalo-alves em vários sistemas de plantio (0,33). Fonseca et al. (1998), estimando parâmetros genéticos de várias espécies nativas consorciadas, inclusive o gonçalo-alves, obtiveram altos valores de coeficiente de herdabilidade ($\hat{h}_m^2 = 0,65, 0,78$ e $0,79$) para aroeira, gonçalo-alves e capitão. O ambiente pode ser um dos fatores determinantes da expressão de altos valores de herdabilidade.

A espécie jacarandá-caroba apresentou altos valores de coeficiente de herdabilidade variando de 0,46 a 0,83 e de 0,50 a 0,82 para os caracteres silviculturais nos experimento 1 e 2, respectivamente. Outras estimativas de herdabilidades para altura são encontradas na literatura como 0,13 a 0,70 em cinco procedências de cumbaru (Siqueira et al., 1993); 0,05 a 0,09 para 2

procedências de ipê-roxo (Ettori et al., 1996); e 0,68 a 0,85 para 3 procedências de *Esenbeckia leiocarpa* (Vitti et al., 1992).

Para os caracteres nutricionais a herdabilidade, em nível média por parcela ($\hat{h}_m^2$), foi baixa para todos os caracteres estudados, variando de 0,06 a 0,54 (S e Mg) para as duas populações de gonçalo-alves estudadas e de 0,14 a 0,53 (P e Mg) para os dois experimentos de jacarandá-caroba. Fonseca (2000) encontrou altos valores de $\hat{h}_m^2$ para os caracteres nutricionais, 0,22 a 0,68 e 0,20 a 0,48, nas populações de aroeira do Seridó (RN) e de Paulo de Faria (SP), respectivamente. Os caracteres N e P foram os que apresentaram os maiores coeficientes. Freitas (1999) obteve herdabilidades para tais caracteres, variando de 0,42 a 0,76, para uma população de aroeira de Petrolina (PE), maiores que os obtidos para gonçalo-alves e jacarandá-caroba.

Os caracteres que expressaram maiores valores de $\hat{h}_d^2$ e $\hat{h}_m^2$ foram altura (ALT1, ALT2, ALT3 e ALT4) e a espessura da casca (ESP). Tais caracteres são os mais indicados para serem utilizados num programa de seleção.

TABELA 19. Estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para os caracteres silviculturais e nutricional, para duas populações de gonçalo-alves, Selvíria, MS e Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS.

Caracteres	Populações					
	Selvíria			Ilha Solteira		
	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$
ALT1	0,13	0,48 (0,15) ¹	0,11	0,44	0,73 (0,08) ²	0,43
ALT2	0,26	0,66 (0,10)	0,22	0,29	0,55 (0,12)	0,28
ALT3	0,29	0,70 (0,09)	0,24	0,27	0,62 (0,11)	0,25
ALT4	0,39	0,75 (0,07)	0,34	0,31	0,66 (0,10)	0,28
DMC	0,26	0,63 (0,11)	0,23	0,39	0,72 (0,08)	0,35
DA3	0,26	0,65 (0,10)	0,22	0,25	0,60 (0,11)	0,20
FORM	0,24	0,68 (0,09)	0,19	0,24	0,70 (0,09)	0,20
ESP	0,35	0,73 (0,08)	0,31	0,60	0,80 (0,06)	0,59
DBC	0,04	0,20 (0,23)	0,03	0,85	0,87 (0,04)	0,85
N	-	0,34 (0,19)	-	-	0,52 (0,14)	-
P	-	0,14 (0,25)	-	-	0,24 (0,22)	-
K	-	nc	-	-	0,25 (0,21)	-
Ca	-	0,29 (0,20)	-	-	0,30 (0,20)	-
Mg	-	nc	-	-	0,55 (0,13)	-
S	-	0,48 (0,15)	-	-	0,06 (0,27)	-

($\hat{h}^2$) herdabilidade em nível de plantas, ($\hat{h}_m^2$) herdabilidade em nível de média; ($\hat{h}_d^2$) herdabilidade em nível de plantas dentro de progênies; 1- erro da herdabilidade em nível de média, nc – não calculado.

TABELA 20. Estimativa do coeficiente de herdabilidade no sentido restrito para os caracteres silviculturais e nutricionais em uma população de jacarandá-caroba consorciada com duas populações de gonçalo-alves, em dois experimentos (EXP-1 e EXP-2).

Caracteres	Experimento					
	EXP-1			EXP-2		
	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$	$\hat{h}^2$	$\hat{h}_m^2$	$\hat{h}_d^2$
ALT1	0,42	0,72 (0,08) ¹	0,41	0,47	0,73 (0,15) ²	0,47
ALT2	0,45	0,69 (0,09)	0,47	0,46	0,76 (0,16)	0,44
ALT3	0,42	0,76 (0,07)	0,38	0,48	0,82 (0,16)	0,43
ALT4	0,51	0,83 (0,05)	0,46	0,30	0,79 (0,17)	0,42
DMC	0,15	0,47 (0,15)	0,14	0,46	0,66 (0,21)	0,27
DA3	0,33	0,75 (0,07)	0,28	0,26	0,69 (0,22)	0,22
FORM	0,14	0,55 (0,13)	0,11	0,11	0,50 (0,26)	0,09
ESP	0,53	0,79 (0,06)	0,51	0,50	0,79 (0,15)	0,47
DBC	nc	nc	nc	nc	nc	-nc
N	-	0,40 (0,17)	-	-	0,21 (0,23)	-
P	-	0,45 (0,16)	-	-	0,13 (0,25)	-
K	-	0,15 (0,24)	-	-	0,14 (0,24)	-
Ca	-	0,44 (0,16)	-	-	0,37 (0,18)	-
Mg	-	0,53 (0,13)	-	-	0,23 (0,22)	-
S	-	0,48 (0,15)	-	-	0,36 (0,18)	-

($\hat{h}^2$) herdabilidade em nível de plantas, ($\hat{h}_m^2$) herdabilidade em nível de média; ($\hat{h}_d^2$) herdabilidade em nível de plantas dentro de progênies; 1- erro da herdabilidade em nível de média, nc – não calculado.

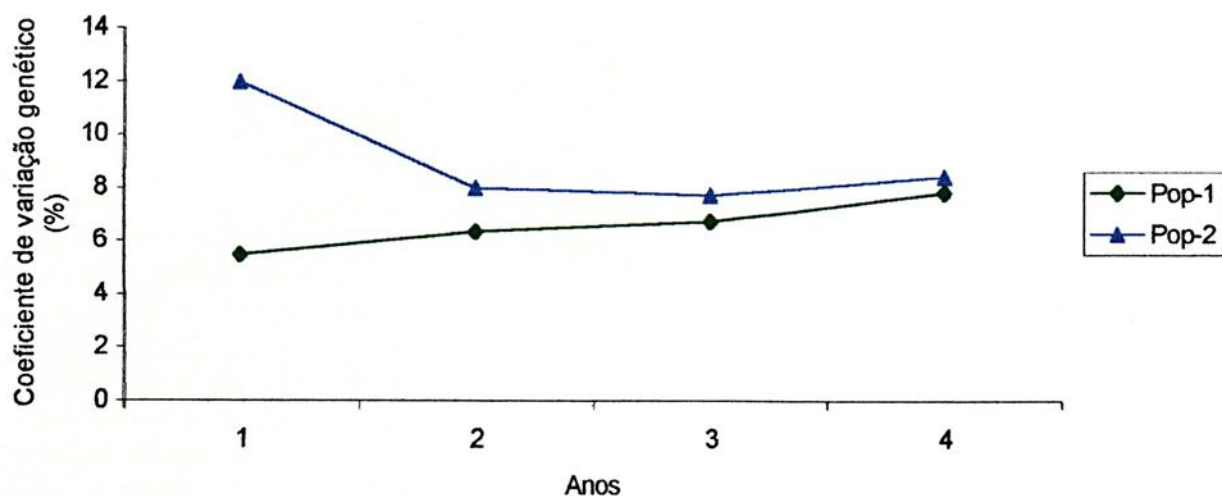


FIGURA 1. Tendências observadas para o coeficiente de variação genética da altura, nos quatro primeiros anos, nas populações de gonçalo-alves, Selvíria-MS (Pop-1) e de Ilha Solteira (Pop-2).

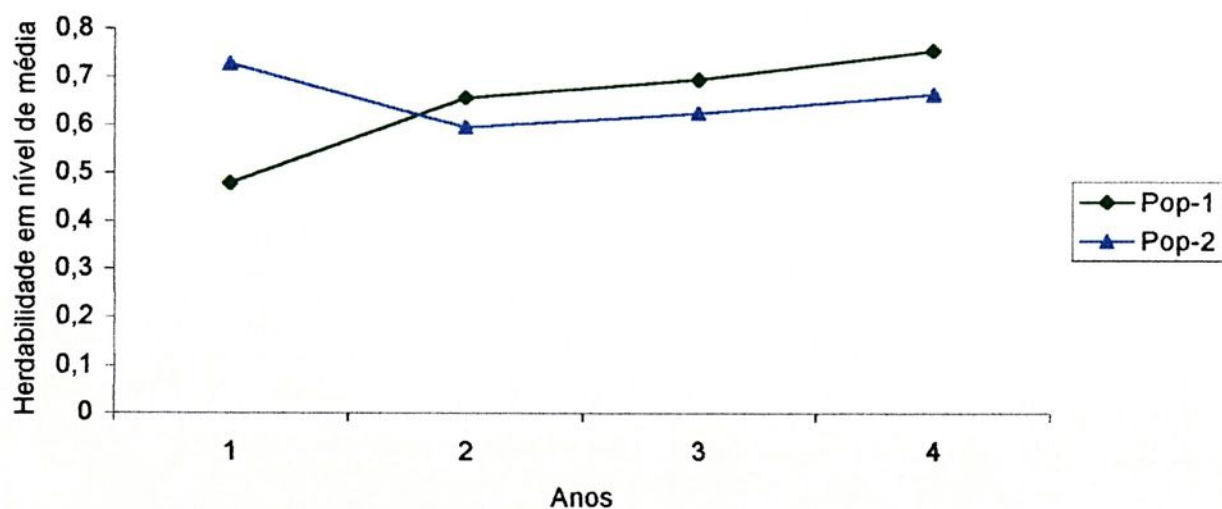


FIGURA 2. Tendências observadas para a herdabilidade em nível de média altura, nos quatro primeiros anos, nas populações de gonçalo-alves, Selvíria-MS (Pop-1) e de Ilha Solteira (Pop-2).

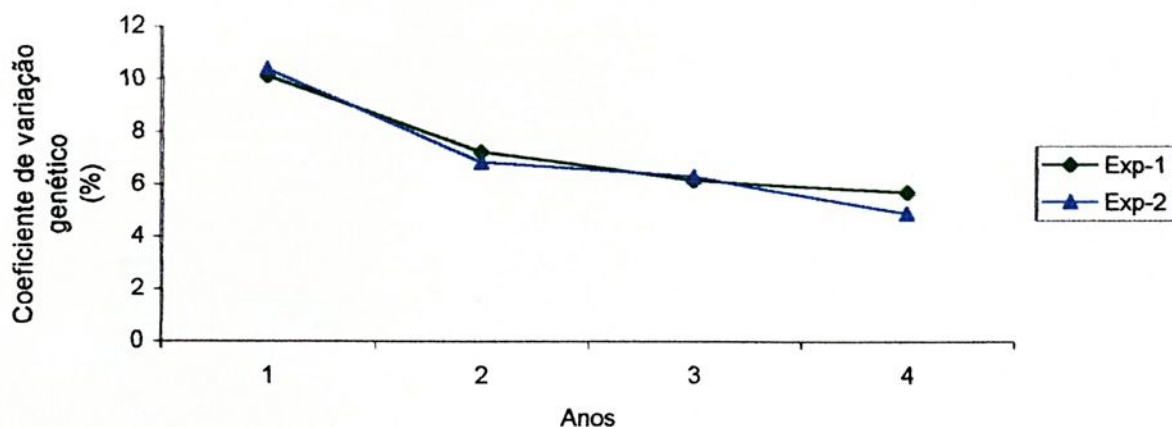


FIGURA 3. Tendências observadas para o coeficiente de variação genética da altura, nos quatro primeiros anos, na população de jacarandá-caroba em consórcio com a população de gonçalo-alves de Selvíria-MS (EXP-1) e o outro de Ilha Solteira (EXP-2).

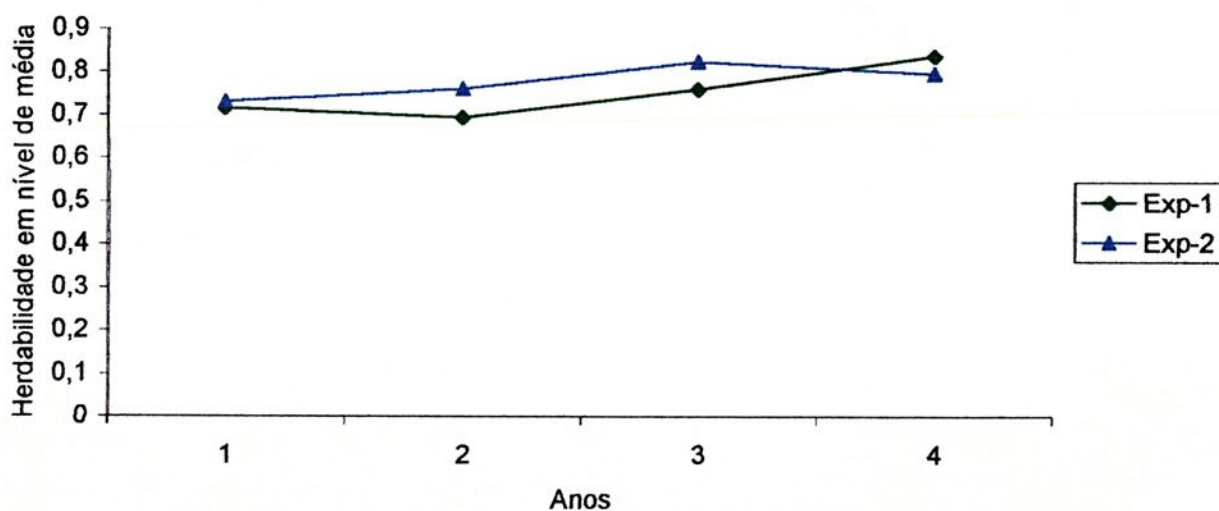


FIGURA 4. Tendências observadas para a herdabilidade em nível de médias da altura, nos quatro primeiros anos, na população de jacarandá-caroba em consórcio com a população de gonçalo-alves de Selvíria-MS (EXP-1) e o outro de Ilha Solteira (EXP-2).

4.4. Estimativas das correlações fenotípicas e genéticas

As estimativas dos coeficientes de correlação genética e fenotípica, em nível de média, referentes aos caracteres silviculturais e nutricionais estão apresentados nas Tabelas 21, 22, 23 e 24, respectivamente para as populações de gonçalo-alves de Selvíria, Ilha Solteira e para os experimentos 1 e 2 de jacarandá-caroba.

Foram encontrados valores de correlação genética superiores a 1,00. isso pode ocorrer segundo Barbin (1993) pelo fato da covariância aditiva, envolvendo os dois caracteres, ser muito maior que a multiplicação entre as variâncias aditivas individuais dos caracteres. Neste caso, para discussão dos dados foram considerados somente os valores de correlação fenotípica que ficaram no intervalo -1 a 1 , já que a maioria dos geneticistas recomenda que valores de correlação superior a $1,00$ sejam desprezados (Tabelas 21 a 24).

Verificou-se que os coeficientes de correlação entre os caracteres silviculturais e entre nutricionais, de uma forma geral, foram significativos, tanto para as populações de gonçalo-alves como para a de jacarandá-caroba, exceto para alguns caracteres nutricionais. Assim sendo, é provável que alguns caracteres possam ser tomados como indicativos de outro, principalmente caracteres com altos coeficientes de correlação (Tabelas 21 a 24).

Considerando as duas populações de gonçalo-alves, observou-se que a altura total de planta (ALT3) e diâmetro do fuste a 30 cm do solo (DA3), de uma forma geral, foram os caracteres que apresentaram maior associação entre eles. É importante ressaltar que os caracteres silviculturais apresentaram altos valores de correlação genética e fenotípico em grandes partes dos pares, ao contrário dos caracteres nutricionais para os quais as magnitudes de coeficientes de correlação foram muito baixas. Altos valores de coeficientes de correlação fenotípica apresentados pelos caracteres silviculturais podem estar associados ao fato de que estes caracteres apresentaram valores altos para o coeficiente de variação genética e de herdabilidade.

Freitas (1999), correlacionando os caracteres silviculturais de uma população de aroeira, obteve resultados semelhantes. A altura da planta apresentou alta correlação com a forma do fuste e com o diâmetro do fuste a 30 cm do solo e baixas correlações com o diâmetro médio da copa e a densidade da casca.

Quando foram comparados os pares de caracteres nutricionais separadamente, observou-se que alguns pares desses caracteres apresentaram uma boa associação podendo se destacar o N e Ca, N e K, Ca e P, S e Ca, e o N e P, K e P, Mg e Ca, S e N, S e P e S e K para a população de gonçalo-alves de Selvíria e Ilha Solteira, respectivamente (Tabelas 21 e 22).

As populações de gonçalo-alves apresentaram um comportamento diferenciado no que se refere à correlação genética, principalmente quando se consideram os pares de caracteres silviculturais com os nutricionais. Tal fato, também foi observado por Fonseca (2000) quando estudou os coeficientes de correlação entre os caracteres silviculturais e nutricionais para duas populações de aroeira.

O caráter silvicultural que apresentou uma maior associação negativa com os nutricionais foi a densidade básica da casca (DBC), apresentando maior valor para o nitrogênio e cálcio; e para fósforo e cálcio na população de gonçalo-alves de Selvíria e de Ilha Solteira, respectivamente.

Nos experimentos com jacarandá-caroba (Tabelas 23 e 24), verificou-se um comportamento semelhante entre experimentos. Assim os pares que apresentaram maior correlação foram os associados com os caracteres silviculturais DA3 e ESP. Os caracteres silviculturais, no geral, apresentaram uma baixa associação com os caracteres nutricionais, exceto com o P e K no experimento 1 e N e K no experimento 2.

Considerando os dois experimentos pode se dizer que houve uma baixa correlação do DA3 com outros caracteres no experimento 2 em relação ao experimento 1. Isto pode ter ocorrido devido um perfilhamento maior das plantas no experimento 2, levando a uma redução do diâmetro total das plantas e conseqüentemente uma baixa correlação com os outros caracteres.

Quando foram comparadas as duas espécies, no que diz respeito associação entre os caracteres silviculturais e nutricionais, verificou-se um comportamento diferenciado. O gonçalo-alves apresentou as melhores associações com N e Ca e o jacarandá-caroba com K, P e S. Segundo Falconer (1981), as causas de correlações entre características podem ser distinguidas entre a genética ou a de ambiente. A causa genética é principalmente: pleiotropismo ou em menor grau a ligação gênica (mais para cruzamentos entre linhagens divergentes). O ambiente é uma causa de correlação onde as duas características são influenciadas pelas mesmas diferenças nas condições de ambiente.

Herbert & Schönau (1989) observaram, para *E. grandis*, que os teores de K e de Mg nas folhas foram os que apresentaram as maiores correlações com o crescimento das árvores, e que as árvores nutridas adequadamente com esses elementos apresentam teores de Mg foliar entre 2,6-3,2 g/kg e de K entre 6,3-8,3 g/kg de matéria seca. Embora os autores tenham encontrado baixa correlação entre os teores de fósforo nas folhas e o crescimento das árvores, bem como entre a sua disponibilidade no solo e o teor nas folhas, os resultados mostraram que o crescimento das árvores depende dos teores de P no solo. As baixas correlações entre o Ca nas folhas e a altura das árvores, bem como o teor no solo, indicam que esse elemento é fornecido pelo solo em quantidades adequadas e, dessa forma, ele não é limitante do crescimento das árvores nas regiões estudadas.

Freitas (1999) evidenciou que entre os caracteres nutricionais o enxofre apresentou-se estreitamente correlacionado com nitrogênio, ao contrário do magnésio e o potássio, sendo o cálcio o único elemento a apresentar uma correlação negativa.

A variância aditiva estimada para alguns caracteres foi negativa, impossibilitando o cálculo das correlações genéticas aditivas, considerando zero o valor estimado para esses caracteres.



TABELA 21. Estimativas de correlações fenotípicas em nível de média (r_F), acima da diagonal, e genéticas aditivas(r_A), abaixo da diagonal, para os caractere silviculturais e nutricionais, referentes a população de gonçalo-alves de Selvíria-MS aos 3 anos de idade.

	ALT3	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	N	P	K	Ca	Mg	S
ALT3	-	0,654*	0,843*	0,557*	0,383*	0,246*	-0,289*	0,149	0,038	0,338*	0,260*	-0,165
DMC	0,650	-	0,708*	0,121	0,352*	0,350*	-0,138	0,042	-0,130	0,097	0,297*	-0,313*
DA3	0,911	0,678	-	0,556*	0,632*	0,212*	-0,256*	0,164	0,099	0,255*	0,143	-0,136
FORM	0,583	0,024	0,623	-	0,362*	0,187*	-0,431*	-0,168	0,127	0,377*	-0,151	-0,142
ESP	0,346	0,214	0,593	0,447	-	0,009	0,196*	0,146	-0,070	0,012	0,061	-0,127
DBC	0,647	0,747	0,481	0,611	0,074	-	-0,561*	-0,256*	0,073	0,308*	0,135	0,133
N	-0,601	-0,248	-0,429	-0,912	0,513	-2,119	-	0,196*	-0,298*	-0,399*	0,152	0,326*
P	0,493	0,205	0,517	-0,497	0,462	-1,614	1,105	-	0,071	0,363*	0,029	-0,017
K	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	-	0,208*	-0,212*	-0,020
Ca	0,624	0,207	0,287	0,802	-0,166	1,074	-0,677	-0,259	0,000	-	-0,017	-0,469*
Mg	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	-	0,076
S	-0,181	-0,339	0,020	-0,214	0,528	-0,190	0,645	-0,588	0,000	-0,874	0,000	-

* - correlações fenotípicas significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Student's (116 GL = 1,99) ($t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{GL_{residuo}}$); nc- não calculado.

TABELA 22. Estimativas de correlações fenotípicas em nível de média (r_F), acima da diagonal, e genéticas aditivas (r_A), abaixo da diagonal, para os caracteres silviculturais e nutricionais, referentes a população de gonçalo-alves de Ilha Solteira-SP, aos 3 anos de idade.

	ALT3	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	N	P	K	Ca	Mg	S
ALT3	-	0,586*	0,756*	0,451*	0,203*	0,144	-0,050	0,197*	-0,078	0,382*	0,263*	-0,153
DMC	0,604	-	0,729*	0,064	0,151	0,272*	0,008	0,065	-0,077	0,281*	0,157	-0,035
DA3	0,784	0,809	-	0,390*	0,479*	0,131	0,036	0,157	0,110	0,444*	0,286*	0,114
FORM	0,425	0,008	0,353	-	-0,009	0,298*	-0,183	-0,286*	-0,218*	0,170	0,272*	-0,295*
ESP	0,059	0,068	0,394	-0,148	-	-0,629*	0,359*	0,524*	0,279*	-0,474*	-0,051	0,282*
DBC	0,198	0,318	0,159	0,409	-0,738	-	-0,207*	-0,363*	-0,204*	-0,268*	0,189*	-0,233*
N	-0,080	0,009	0,108	-0,289	0,606	-0,276	-	0,460*	0,281*	0,135	-0,179	0,568*
P	0,383	0,234	0,377	-0,695	1,084	-0,771	1,579	-	0,478*	0,362*	-0,096	0,443*
K	-0,391	-0,167	0,209	-0,521	0,495	-0,312	1,008	1,188	-	0,115	0,032	0,481*
Ca	0,659	0,529	0,659	0,099	-3,358	-0,690	0,743	0,256	0,677	-	0,488*	-0,099
Mg	0,384	0,183	0,341	0,399	-0,165	0,277	-0,279	-0,521	-0,155	0,996	-	-0,299*
S	-0,643	0,126	0,827	-0,141	1,499	-0,883	2,938	1,096	0,090	-1,207	-2,260	-

* - correlações fenotípicas significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Student's (116 GL = 1,99) ($t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{GL_{residuo}}$).

TABELA 23. Estimativas de correlações fenotípicas em nível de média (r_F), acima da diagonal, e genéticas aditivas(r_A), abaixo da diagonal, para os caractere silviculturais e nutricionais, referentes a população de jacarandá-caroba do EXP-1, aos 3 anos de idade.

	ALT3	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	N	P	K	Ca	Mg	S
ALT3	-	0,523*	0,687*	0,294*	0,297*	-0,215*	0,116	-0,290*	-0,415*	-0,108	0,075	-0,037
DMC	0,591	-	0,649*	0,087	0,416*	-0,041	0,069	-0,223*	-0,570*	0,088	-0,049	-0,272*
DA3	0,767	0,849	-	0,499*	0,488*	0,010	0,092	-0,390*	-0,636*	0,068	0,163	-0,099
FORM	0,408	0,428	0,646	-	0,075	0,150	0,14	-0,200*	-0,213*	0,041	0,403*	0,002
ESP	0,231	0,418	0,433	0,132	-	-0,424*	0,036	-0,132	-0,367*	0,081	-0,151	-0,300*
DBC	nc	nc	nc	nc	nc	-	0,261*	-0,163	0,047	-0,037	0,001	0,298*
N	0,275	0,432	0,232	-0,460	0,133	nc	-	-0,044	0,322*	-0,294*	0,051	0,125
P	-0,423	-0,422	-0,680	-0,549	-0,230	nc	0,032	-	0,428*	0,254*	-0,250*	-0,015
K	-1,226	-1,934	-1,773	-0,683	-1,027	nc	0,977	1,506	-	-0,051	0,043	0,114
Ca	-0,319	0,002	-0,030	0,018	0,076	nc	-0,452	0,325	-0,025	-	0,224*	0,024
Mg	0,104	-0,210	0,168	0,779	-0,326	nc	0,249	-0,482	0,141	0,565	-	0,134
S	0,004	-0,357	-0,072	-0,076	-0,425	nc	0,045	0,015	0,100	0,089	0,089	-

* - correlações fenotípicas significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Student's (116 GL = 1,99) ($t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{GL_{residuo}}$).

TABELA 24. Estimativas de correlações fenotípicas em nível de média (r_F), acima da diagonal, e genéticas aditivas (r_A), abaixo da diagonal, para os caracteres silviculturais e nutricionais, referentes a população de jacarandá-caroba do EXP-2, aos 3 anos de idade.

	ALT3	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	N	P	K	Ca	Mg	S
ALT3	-	0,261*	0,473*	0,311*	0,050	0,018	0,264*	0,097	-0,174	-0,012	0,202	-0,120
DMC	0,225	-	0,425*	-0,366*	0,337*	-0,082	0,141	0,029	-0,184*	0,308*	0,164	-0,260*
DA3	0,485	0,477	-	0,475*	0,415*	0,098	0,370*	-0,431*	-0,230*	0,169	0,003	-0,200
FORM	0,361	-0,475	0,548	-	0,213*	0,010	0,235*	-0,432*	-0,241*	-0,197*	-0,093	-0,276*
ESP	0,034	0,405	0,451	0,312	-	-0,315*	0,225*	0,059	-0,334*	0,370*	-0,132	-0,101
DBC	nc	nc	nc	nc	nc	-	-0,165	-0,162	0,245*	-0,055	0,067	0,246*
N	0,699	0,647	0,718	0,668	0,645	nc	-	-0,175	-0,207*	0,101	-0,076	-0,115
P	0,241	-0,052	-1,412	-1,624	0,172	nc	-0,781	-	0,080	0,288*	0,068	0,202*
K	-0,451	-0,499	-0,764	-0,998	-0,942	nc	-2,272	0,818	-	-0,421*	-0,202*	0,237*
Ca	-0,214	0,454	0,194	-0,498	0,540	nc	0,838	1,164	-0,993	-	0,090	0,083
Mg	0,618	0,536	0,159	-0,145	-0,229	nc	0,420	0,598	-0,293	0,339	-	-0,190*
S	-0,111	-0,482	-0,354	-0,559	-0,113	nc	-0,102	1,323	0,485	0,237	-0,771	-

* - correlações fenotípicas significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Student's (116 GL = 1,99) ($t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{GL_{residuo}}$).

Apesar da grande importância da correlação simples, esta não fornece informações a respeito dos efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres em relação a um determinado caráter considerado de maior importância. Tais informações são obtidas por meio do coeficiente de trilha.

Cruz et al. (1988) ressaltaram a importância das correlações, afirmando que elas quantificam a possibilidade de ganhos indiretos por seleção em caracteres correlacionados, e que caracteres de baixa herdabilidade têm a seleção mais eficiente quando realizada sobre caracteres que são correlacionados.

Quando se deseja saber mais sobre as relações entre um caráter, em geral de natureza complexa, e seus componentes, é necessário se obter informações, tanto das correlações simples quanto da importância dos efeitos diretos e indiretos de cada componente sobre o caráter principal (Miranda et al., 1988). Assim, os efeitos diretos e indiretos foram obtidos através do desdobramento das correlações genéticas dos pares de todos os caracteres estudados tanto nutricionais como silviculturais sobre a altura total de plantas (ALT3), pela análise do coeficiente de caminamento (trilha). A altura total no início do experimento foi o caráter que mais respondeu ao arranjo adotado no experimento, o diâmetro e os outros caracteres apresentaram resultados insignificantes, a partir de uma certa idade esse quadro se inverteu passando o diâmetro a ser o caráter principal.

Os resultados da análise de trilha revelam que os caracteres que apresentaram maior contribuição positiva direta e indiretamente para a altura total de plantas, foram DA3, DMC e FORM, tanto para as populações de gonçalo-alves como a de jacarandá-caroba nos dois experimentos (Tabelas 25, 26, 27 e 28).

Alguns caracteres silviculturais, tanto para gonçalo-alves como jacarandá-caroba, não foram tão influenciados pelo conteúdo de nutrientes, indicando que estes caracteres podem ser estudados de maneira independente, bem como sua contribuição para estudo e conservação da variabilidade genética.

Os nutrientes que apresentaram maior efeito direto sobre a altura total de plantas foram P e Mg ; P e Ca; N, S e K; P e Mg, nas populações de gonçalo-alves de Selvíria e Ilha Solteira e na população de jacarandá-caroba no experimento 1 e 2, respectivamente (Tabelas 26 e 27).

Bellote (1990), estudando variação dos teores de nutrientes em folhas de eucalipto em função da altura das árvores, observou que o N apesar da variação (maior teor em plantas mais altas e menor em plantas mais baixas) na análise de regressão múltipla não mostrou ser o elemento responsável pela diferença em altura das árvores . Entre os nutrientes estudados, os

teores de K e Mg nas folhas foram os que apresentaram as maiores correlações com o crescimento das árvores. Os teores de Ca nas folhas apresentaram baixa correlação com a altura das árvores. Os resultados demonstraram que apesar do crescimento das árvores depender dos teores de P no solo, a correlação de P nas folhas e o crescimento das árvores, bem como sua disponibilidade no solo e o teor nas folhas, é muito baixa.

Se o coeficiente de correlação fenotípico entre o fator causal (os caracteres nutricionais ou silviculturais) e caráter final (ALT3) for igual ou semelhante ao seu efeito direto, em magnitude e sinal, esta correlação explica a verdadeira associação existente. Assim, a determinação dos parâmetros genéticos, envolvendo diretamente o referido fator causal pode ser eficiente para se estimar a variabilidade genética da população tão bem como se utilizassem os dados do caráter final (ALT3) (Vencovsky & Barriga, 1992; Cruz & Regazzi, 1997; Miranda et al., 1988; Santos et al., 1994a; Santos et al. 1994b). Nesse caso, o que mais se aproxima à exposta, para as duas espécies estudadas considerando os caracteres silviculturais, é a associação entre o diâmetro do fuste a altura de 30 cm (DA3) e a altura total (ALT3), que de forma geral se apresentou alta: 0,84; 0,76; 0,68; 0,47, para a população de gonçalo-alves, Ilha e selvíria e para jacarandá-caroba nos experimentos 1 e 2, respectivamente (Tabelas 25, 26, 27 e 28). O efeito direto desse caráter (DA3) também foi elevado (0,77; 0,43; 0,61; 0,42) e de mesmo sinal para a população de gonçalo-alves, Ilha Solteira e Selvíria e para jacarandá-caroba nos experimentos 1 e 2, respectivamente (Tabelas 25 a 28). O mesmo pode se aplicar para o caráter conteúdo de fósforo para as populações de gonçalo-alves e conteúdo de nitrogênio na população de jacarandá-caroba nos dois experimentos, mas em menor grau, já que a associação desses com o caráter altura foi de pequena magnitude.

Segundo Vencovsky & Barriga (1992), se coeficiente de correlação entre dois caracteres for positivo, mas o efeito direto negativo ou de magnitude irrelevante, a correlação será causada pelos efeitos indiretos. Em tais situações, os fatores causais indiretos devem ser considerados simultaneamente no estudo da variabilidade genética da população (Cruz & Regazzi, 1997). Isto pode ser visualizado para espessura da casca (ESP) e alguns nutrientes (Ca, Mg e K) para as duas espécies estudadas, onde o coeficiente de correlação fenotípico com altura total de plantas (ALT3) é de magnitude pouco relevante, porém de sinal contrário, indicando que a correlação é causada pelos efeitos indiretos e que devem ser considerados simultaneamente na determinação da variabilidade genética da população.

Por outro lado, quando um coeficiente de correlação for de pequena magnitude, mas o efeito direto positivo é elevado, os efeitos indiretos são os responsáveis pela falta de correlação,

fato observado para DMC, FORM, conteúdo de P para a população de jacarandá-caroba do EXP-2. Neste caso os fatores causais indiretos deverão merecer atenção na determinação da variabilidade genética da população. Pode ocorrer também que a correlação entre um fator causal e o caráter final (ALT3) seja de sinal contrário com efeito direto positivo e alto (Vencovsky & Barriga, 1992). Sugere-se então, aplicar um esquema em que separe os efeitos indiretos indesejáveis para aproveitar o efeito direto existente. Esses resultados podem ser observados em relação a conteúdo de N (Tabela 25), para conteúdo de K e S (Tabela 27) e conteúdo de S (Tabela 28).

Os resultados obtidos e discutidos evidenciam que para determinação da variabilidade genética de espécies arbóreas por método quantitativo deve ser estudado o maior número de caracteres possíveis. Apenas o estudo de correlações simples gera pouca informação para o estudo dos graus de associação e inter-relação entre o caráter final e os outros componentes. A análise de trilha corrobora para uma interpretação bem mais consistente (Vencovsky & Barriga, 1992).



TABELA 25. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos (diagonal) e indiretos (fora da diagonal) para altura de plantas aos 3 anos após o plantio (ALT3) vs. todos demais caracteres estudados para a população de gonçalo-alves de Selvíria-MS.

	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	N	P	K	Ca	Mg	S	ALT3
DMC	0,094	0,548	0,038	-0,110	0,237	-0,016	0,005	0,004	-0,003	0,047	0,025	0,654
DA3	0,066	0,774	0,174	-0,198	0,014	-0,029	0,019	-0,003	-0,007	0,023	0,011	0,843
FORM	0,011	0,430	0,312	-0,115	0,013	-0,049	-0,020	-0,004	-0,011	-0,024	0,011	0,557
ESP	0,033	0,489	0,113	-0,314	0,001	0,022	0,017	0,002	-0,000	0,010	0,010	0,383
DBC	0,033	0,164	0,058	-0,003	0,068	-0,064	-0,030	-0,002	0,009	0,021	0,010	0,246
N	-0,013	-0,198	-0,134	-0,061	-0,038	0,114	0,023	0,009	0,011	0,023	-0,026	-0,286
P	0,004	0,127	-0,052	-0,046	-0,017	0,022	0,118	-0,002	-0,010	0,005	0,001	0,149
K	-0,012	0,077	0,040	0,022	0,005	-0,034	0,008	-0,030	-0,006	-0,033	0,001	0,038
Ca	0,009	0,197	0,118	-0,004	0,021	-0,046	0,043	-0,006	-0,028	-0,003	0,037	0,338
Mg	0,028	0,111	-0,047	-0,019	0,009	0,017	0,003	0,006	0,001	0,157	-0,006	0,260
S	-0,029	-0,105	-0,044	0,039	-0,009	0,0372	-0,002	0,001	0,013	0,012	-0,078	-0,165

Coeficiente de determinação (r^2)=0,81.



TABELA 26. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos (diagonal) e indiretos (fora da diagonal) para altura de plantas aos 3 anos após o plantio (ALT3) vs. todos demais caracteres estudados para a população de gonçalo-alves de Ilha Solteira-SP.

	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	N	P	K	Ca	Mg	S	ALT3
DMC	0,130	0,312	0,013	0,021	0,043	-0,001	0,016	0,009	0,053	-0,013	0,005	0,589
DA3	0,095	0,425	0,081	0,066	0,021	-0,003	0,040	-0,013	0,083	-0,024	-0,017	0,756
FORM	0,008	0,167	0,207	-0,001	0,047	0,016	-0,072	0,026	0,032	-0,022	0,044	0,451
ESP	0,020	0,205	-0,002	0,138	-0,100	-0,030	0,132	-0,033	-0,089	0,004	-0,043	0,203
DBC	0,035	0,056	0,062	-0,087	0,158	0,018	-0,092	0,024	-0,050	-0,016	0,035	0,144
N	0,001	0,015	-0,038	0,050	-0,033	-0,085	0,116	-0,034	0,025	0,015	-0,086	-0,052
P	0,009	0,067	-0,059	0,072	-0,058	-0,039	0,253	-0,057	0,068	0,008	-0,068	0,197
K	-0,010	0,047	-0,045	0,038	-0,032	-0,024	0,121	-0,120	0,022	-0,003	-0,073	-0,078
Ca	0,037	0,190	0,035	-0,066	-0,042	-0,011	0,092	-0,014	0,187	-0,040	0,015	0,382
Mg	0,020	0,122	0,056	-0,007	0,030	0,015	-0,024	-0,004	0,091	-0,082	0,045	0,263
S	-0,005	0,049	-0,061	0,039	-0,037	-0,048	0,112	-0,058	-0,019	0,025	-0,151	-0,153

Coeficiente de determinação (r^2)=0,68.

TABELA 27. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos (diagonal) e indiretos (fora da diagonal) para altura de plantas aos 3 anos após o plantio (ALT3) vs. todos demais caracteres estudados para a população de jacarandá-caroba de Selvíria-MS.

	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	N	P	K	Ca	Mg	S	ALT3
DMC	0,236	0,397	0,010	-0,095	0,017	0,008	0,023	-0,035	0,007	0,006	-0,038	0,523
DA3	0,153	0,612	0,055	-0,102	-0,004	0,011	0,041	-0,039	-0,006	-0,021	-0,014	0,687
FORM	0,021	0,305	0,111	-0,017	-0,063	-0,016	0,021	-0,013	-0,003	-0,051	0,000	0,294
ESP	0,098	0,274	0,008	-0,228	0,178	0,004	0,014	-0,022	-0,007	0,019	-0,042	0,297
DBC	-0,010	0,006	0,017	0,097	-0,420	0,031	0,017	0,003	0,003	-0,000	0,042	-0,215
N	0,016	0,056	-0,016	-0,008	-0,110	0,117	0,005	0,020	0,024	-0,007	0,018	0,116
P	-0,053	-0,239	-0,022	0,030	0,068	-0,005	-0,104	0,026	-0,021	0,032	-0,002	-0,290
K	-0,135	-0,389	-0,024	0,084	-0,020	0,038	-0,045	0,061	0,004	-0,005	0,016	-0,415
Ca	0,021	0,042	0,005	-0,019	0,016	-0,034	-0,027	-0,003	-0,083	-0,028	0,003	-0,108
Mg	-0,012	0,0100	0,045	0,034	-0,000	0,006	0,026	0,003	-0,019	-0,127	0,019	0,075
S	-0,064	-0,061	0,000	0,068	-0,125	0,015	0,002	0,007	-0,002	-0,017	0,140	-0,037

Coeficiente de determinação (r^2)=0,61.

TABELA 28. Análise do coeficiente de caminhamento, desdobramento das correlações genotípicas em componentes de efeitos diretos (diagonal) e indiretos (fora da diagonal) para altura de plantas aos 3 anos após o plantio (ALT3) vs. todos demais caracteres estudados para a população de jacarandá-caroba de Ilha Solteira-SP.

	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	N	P	K	Ca	Mg	S	ALT3
DMC	0,467	0,179	-0,214	-0,134	0,004	0,017	0,017	0,019	-0,066	0,022	-0,047	0,261
DA3	0,198	0,421	0,278	-0,166	-0,004	0,045	-0,250	0,023	-0,036	0,000	-0,036	0,473
FORM	-0,171	0,200	0,585	-0,085	-0,000	0,028	-0,250	0,024	0,042	-0,012	-0,050	0,311
ESP	0,157	0,175	0,125	-0,401	0,014	0,027	0,034	0,034	-0,079	-0,017	-0,018	0,05
DBC	-0,038	0,041	0,006	0,126	-0,044	-0,020	-0,094	-0,025	0,012	0,009	0,045	0,018
N	0,066	0,156	0,138	-0,090	-0,007	0,121	-0,102	0,021	-0,022	-0,010	-0,021	0,264
P	0,014	-0,181	-0,253	-0,024	0,007	-0,021	0,580	-0,008	-0,062	0,009	0,037	0,097
K	-0,086	-0,097	-0,141	0,134	-0,011	-0,025	0,046	-0,101	0,090	-0,027	0,043	-0,174
Ca	0,144	0,071	-0,115	-0,148	0,002	0,012	0,166	0,043	-0,214	0,012	0,015	-0,012
Mg	0,077	0,001	-0,054	0,053	-0,003	-0,009	0,039	0,020	-0,019	0,132	-0,034	0,202
S	-0,121	-0,084	-0,161	0,041	-0,011	-0,014	0,117	-0,024	-0,018	-0,025	0,181	-0,12

Coeficiente de determinação (r^2)=0,59.



4.5. Estimativas de correlações canônicas

Outro instrumento estatístico útil para se avaliar a influência genética de um caráter sobre outro é a análise das correlações canônicas que permite avaliar as interrelações entre dois complexos determinados por um número arbitrário de caracteres (Miranda et al., 1988).

As estimativas das correlações canônicas, envolvendo o grupo de caracteres silviculturais e nutricionais para as populações de gonçalo-alves e de jacarandá-caroba, são apresentadas nas Tabelas 29 a 32.

Os coeficientes de correlação utilizados para os cálculos das correlações canônicas foram os fenotípicos em nível de média, devido os coeficientes de correlação genética aditiva apresentarem estimativas superiores a 1,00 ou impossibilidade de ser obtidos devido alguns caracteres terem apresentados variâncias aditivas negativas. As decisões tomadas estão de acordo com as proposições de Cruz & Regazzi (1994).

As correlações canônicas não são fáceis de serem interpretadas, porém são de grande importância principalmente quando se deseja estudar os efeitos de várias variáveis explicativas sobre um outro conjunto de variáveis principais, ou seja, ela não se limita em uma só variável principal. Esse fato, pode ser observado quando se examinam as inter-relações entre dois complexos de variáveis (caracteres silviculturais vs nutricionais), devendo-se ressaltar que o número de correlações canônicas é igual ao menor número de caracteres contido em um dos dois complexos. Sua magnitude decresce com a ordem com que são estimadas. Nas tabelas 29 a 32 estão apresentados os seis pares de correlações canônicas obtidos. Essas correlações foram calculadas, transformando esses dois complexos em dois supercaracteres, em que cada um é uma simples combinação linear dos vários caracteres que os constituem (Cruz & Regazzi, 1994). Usa-se técnica do tipo componentes principais, em que cada caráter dentro de um complexo receberá um peso ou coeficiente de ponderação. E os caracteres associados entre dois complexos serão aqueles que apresentarem os maiores pesos ou coeficientes de ponderação em valor absoluto. Cada coeficiente de correlação canônica (que é a raiz quadrada do autovalor) está associado com um autovetor correspondente. Finalmente, como o nome indica, as correlações canônicas foram obtidas em ordem decrescente de importância, e foram calculadas de tal modo a maximizar a relação entre os dois caracteres.

Das correlações canônicas encontradas para as populações de gonçalo-alves (Tabelas 29 e 30), apenas as quatro primeiras foram significativas em nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de qui-quadrado. Porém, para discussão dos dados só foi considerada a primeira correlação canônica, ou seja, com maior índice de significância, pois este par canônico é o que maximiza a relação entre os caracteres silviculturais e os nutricionais. A análise de significância evidencia que houve associação ou dependência entre os caracteres silviculturais e nutricionais.

Na população de gonçalo-alves de Selvíria (Tabela 29), a associação entre os caracteres silviculturais e nutricionais é determinada pelo conteúdo de N e Ca como determinante da FORM e a DBC. Por outro lado, os conteúdos de Ca e P foram o que determinaram a ESP e DA3, na população de gonçalo-alves de Ilha Solteira.

As correlações canônicas entre os pares de caracteres silviculturais e nutricionais para a população de jacarandá-caroba, apresentaram significância para os três primeiros pares canônicos no experimento 1 e no experimento 2 os cinco primeiros pares em nível de 5% de probabilidade pelo teste do qui-quadrado. Foi considerada apenas a primeira correlação canônica, por apresentar maior nível de significância. No experimento 1 a associação entre os caracteres silviculturais e nutricionais é determinada pelo conteúdo de K e P como determinante da DMC e DA3. Para o experimento 2 os conteúdos de P e S foram o que determinaram a FORM e DA3 (Tabelas 31 e 32).

Fonseca (2000), analisando as correlações genéticas entre os caracteres silviculturais e nutricionais das populações de aroeira Seridó (RN) e Paulo de Faria (SP), também verificou associações e dependência entre os dois grupos de caracteres, sendo que para a população de Seridó (RN), no primeiro par canônico os caracteres N e P influenciaram a forma das árvores (FORM). A de Paulo de Faria (SP) verificou, para o primeiro par canônico, que P influenciou a altura de plantas (ALT) e o diâmetro do fuste a 30 cm do solo (DA3). Esses resultados são semelhantes aos obtidos para as espécies estudadas, o que se vê é uma grande influência principal do elemento P sobre a FORM e DA3.

TABELA 29. Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres silviculturais e nutricionais referentes a população de gonçalo-alves de Selvíria (MS), aos três anos de idade, em Selvíria (MS).

Caracteres	Coeficientes canônicos					
	1º par	2º par	3º par	4º par	5º par	6º par
Silviculturais						
ALT3	0,213	-0,063	0,773	-0,204	0,548	0,100
DMC	-0,114	0,169	0,836	-0,322	-0,113	0,378
DA3	0,164	-0,129	0,542	-0,466	0,428	0,513
FORM	0,438	0,433	0,032	-0,263	0,720	0,180
ESP	-0,256	-0,048	0,118	0,061	0,501	0,814
DBC	0,709	0,217	0,385	0,295	-0,299	0,353
Nutricionais						
N	-0,721	-0,177	-0,154	0,183	0,020	0,000
P	-0,203	-0,441	0,105	-0,061	0,128	0,000
K	0,314	-0,188	-0,128	-0,153	0,048	0,001
Ca	0,416	0,075	0,174	-0,030	0,207	0,000
Mg	-0,079	-0,131	0,420	0,145	-0,049	0,000
S	0,305	-0,358	-0,214	0,158	-0,101	0,000
Coeficiente de Correlação Canônica	1,030*	0,624*	0,536*	0,315*	0,246	0,001

*- Coeficientes de correlação canônica significativos em nível de 5% de probabilidade;

(1) Para testar a hipótese da nulidade do qui-quadrado (χ^2) utilizou-se o artifício de assumir como 0,999 para os coeficientes de correlação canônica cuja estimativa foi maior que 1,0, conforme o que foi proposto por (Cruz e Regazzi, 1994).

TABELA 30. Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres silviculturais e nutricionais referentes a população de gonçalo-alves de Ilha Solteira (SP), aos três anos de idade, em Selvíria (MS).

Caracteres	Coeficientes canônicos					
	1º par	2º par	3º par	4º par	5º par	6º par
Silviculturais						
ALT3	0,047	-0,106	0,622	0,769	0,065	-0,059
DMC	0,070	-0,044	0,267	0,443	0,569	-0,634
DA3	0,124	-0,345	0,094	0,806	0,441	-0,114
FORM	0,066	0,506	0,036	0,645	0,210	0,526
ESP	-0,335	-0,692	0,084	0,105	0,520	0,347
DBC	-0,085	0,558	-0,336	0,525	-0,253	-0,479
Nutricionais						
N	-0,326	-0,275	-0,009	-0,087	0,123	0,016
P	-0,383	-0,532	0,267	-0,009	0,009	0,005
K	0,020	-0,439	-0,181	-0,011	-0,031	0,043
Ca	1,900	-0,151	0,255	0,151	0,029	0,018
Mg	0,182	0,051	-0,011	0,347	0,010	0,016
S	0,103	-0,478	-0,247	-0,076	0,041	-0,020
Coeficiente de Correlação Canônica	2,836*	0,619*	0,550*	0,358*	0,148	0,073

*- Coeficientes de correlação canônica significativos em nível de 5% de probabilidade;

(1) Para testar a hipótese da nulidade do qui-quadrado (χ^2) utilizou-se o artifício de assumir como 0,999 para os coeficientes de correlação canônica cuja estimativa foi maior que 1,0, conforme o que foi proposto por (Cruz e Regazzi, 1994).

TABELA 31. Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres silviculturais e nutricionais referentes a população de jacarandá-caroba de Selvíria (MS) aos três anos de idade, em Selvíria (MS).

Caracteres	Coeficientes canônicos					
	1º par	2º par	3º par	4º par	5º par	6º par
Silviculturais						
ALT3	0,534	-0,196	0,348	0,739	0,067	-0,078
DMC	0,792	-0,329	-0,223	0,205	-0,100	0,403
DA3	0,822	-0,412	0,358	0,038	0,056	-0,149
FORM	0,047	-0,604	0,578	-0,101	0,522	0,132
ESP	0,564	-0,153	-0,467	0,086	0,545	-0,369
DBC	0,150	0,487	0,502	-0,456	0,061	0,526
Nutricionais						
N	0,247	0,355	0,103	0,026	0,007	0,021
P	-0,355	0,014	-0,243	-0,011	-0,071	0,009
K	-0,610	0,287	-0,041	-0,026	0,015	0,012
Ca	0,062	-0,152	-0,106	-0,180	-0,021	0,000
Mg	-0,109	-0,352	0,309	-0,059	0,019	0,011
S	-0,126	0,275	0,339	-0,042	-0,049	-0,006
Coeficiente de Correlação Canônica	0,818*	0,644*	0,485*	0,195	0,106	0,028

*- Coeficientes de correlação canônica significativos em nível de 5% de probabilidade;

(1) Para testar a hipótese da nulidade do qui-quadrado (χ^2) utilizou-se o artifício de assumir como 0,999 para os coeficientes de correlação canônica cuja estimativa foi maior que 1,0, conforme o que foi proposto por (Cruz e Regazzi, 1994).

TABELA 32. Estimativas das correlações e pares canônicos entre caracteres silviculturais e nutricionais referentes a população de jacarandá-caroba de Ilha Solteira (SP) aos três anos de idade, em Selvíria (MS).

Caracteres	Coeficientes canônicos					
	1º par	2º par	3º par	4º par	5º par	6º par
Silviculturais						
ALT3	-0,024	0,441	0,102	0,493	0,688	0,280
DMC	0,175	0,202	0,570	-0,543	0,556	0,011
DA3	0,638	-0,131	0,517	0,339	0,410	0,158
FORM	0,636	0,211	-0,146	0,594	-0,212	0,362
ESP	0,136	0,242	0,856	0,058	-0,350	0,253
DBC	-0,042	-0,630	-0,268	-0,095	0,263	0,672
Nutricionais						
N	0,224	0,130	0,234	0,230	0,122	-0,032
P	-0,670	0,251	0,110	-0,068	-0,007	-0,011
K	-0,228	-0,322	-0,224	-0,050	0,040	-0,064
Ca	-0,088	-0,061	0,471	-0,107	0,016	0,022
Mg	0,061	0,104	-0,072	-0,078	0,272	0,048
S	-0,468	-0,398	0,029	0,152	-0,057	0,019
Coeficiente de Correlação Canônica	0,770*	0,654*	0,517*	0,351*	0,337*	0,095

*- Coeficientes de correlação canônica significativos em nível de 5% de probabilidade;

(1) Para testar a hipótese da nulidade do qui-quadrado (χ^2) utilizou-se o artifício de assumir como 0,999 para os coeficientes de correlação canônica cuja estimativa foi maior que 1,0, conforme o que foi proposto por (Cruz e Regazzi, 1994).

CONCLUSÕES

- As populações de gonçalo-alves e a de jacarandá-caroba apresentam variabilidade genética, para os todos os caracteres analisados.
- Em função dos resultados encontrados, a conservação “ex situ” dessas populações é de extrema importância para sobrevivência das espécies, visto que o habitat de origem dessas populações se encontra em constantes modificações pelo homem.
- Não há diferenças genéticas entre as duas populações de gonçalo-alves, o que indica que a barreira geográfica interposta entre elas não contribuiu de maneira efetiva para que houvesse divergências genéticas entre as populações.
- As espécies em estudos apresentam bom desenvolvimento na região, sendo promissoras para usos em reflorestamento.
- O diâmetro do fuste a 30 cm do solo e o conteúdo de fósforo são os caracteres que apresentam maior influência direta e indireta sobre o caráter altura total.
- Existem associações ou dependência entre os grupos de caracteres silviculturais e nutricionais identificando um comportamento diferenciado no que se refere a distribuição da variação dentro de populações. Tendo como pares canônicos principais: P e FORM; Ca e DBC e Ca e ESP
- Os maiores coeficientes de herdabilidade no sentido restrito em nível de média de parcelas são para os caracteres silviculturais tanto para as populações de gonçalo-alves como para a de jacarandá-caroba.
- Entre os caracteres silviculturais a altura e a espessura de casca apresentam os maiores coeficientes de herdabilidade no sentido restrito em nível de média e o nitrogênio, magnésio e enxofre para os nutricionais, para as duas espécies estudadas.

- Para uma eventual seleção, os caracteres que mais se destacam são: altura e espessura de casca entre os silviculturais e entre os nutricionais são: nitrogênio, magnésio e enxofre para o gonçalo-alves e magnésio e cálcio para o jacarandá-caroba.

- O sistema de plantio consorciado entre as duas espécies (gonçalo-alves e jacarandá-caroba) é promissor para o desenvolvimento das plantas, levando a um rápido crescimento das espécies, o que permitiu aos quatro anos após o plantio a introdução do gado para o controle do mato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A.V.; BORTOLOZO, F.R.; MORAES, M.L.T.; FONSECA, A.J.; ANDRADE, J.A.C. Variação genética em progênies de *Astronium fraxinifolium* Schott e *Jacaranda cuspidilifolia* Mart em consórcio. **Genetics and Molecular Biology**, v.22, n.3, supl., p.620, 1999.
- ALLEM, A.C. Estudo da biologia reprodutiva de duas espécies florestais (aroeira e gonçalo-alves) da região do cerrado. CENARGEN/ Brasília, 1991, n.2, p.1-5 (Pesquisa em andamento).
- BAGGIO, A.J. Establecimiento, manejo y utilizacion Del sistema agroflorestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., em Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, 1982. 90p. Dissertação (mestrado) Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico.
- BARBIN, D. Componentes de variância: teoria e aplicações. 2ed. ver. E amp., Piracicaba, 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) Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- BARRET, S.C.; KOEN, J.R. Genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: implications for conservation. In: FALK, D.A.; HOLSINGER, K.E.; ed. **Genetics and conservation of rare plants**. New York, Oxford University Press, 1991, p.1-30.
- BAWA, K.S. Breeding of tropical hardwoods: an evolution of underlying bases, current status and future prospect. In: BURLEY, J.; STYLES, B.T., **Tropical trees: variation, breeding and conservation**. Academic Press, London, p.43-60, 1976.



- BELLOTE, A.F.J. Nährlementversorgung und wuchsleistung von gedüngten *Eucalyptus grandis* – Plantagen im Cerrado von São Paulo (Brasilien) . Freiburg. Albert-Ludwigs-Universität, 1990. 160p. (Tese de Doutorado).
- BELLOTE, A.F.J.; FERREIRA, C.A. Nutrientes minerais e crescimento de árvores adubadas de *E. grandis*, na região do cerrado, no Estado de São Paulo. **Bol. Pesq. Fital**, v.26/27, p.17-28, 1993.
- BORTOLOZO, F.R.; AGUIAR, A.V.; MORAES, M.L.T.; SÁ, M.E. Conservação genética de uma população de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) através do armazenamento de sementes. **Genetics and Molecular Biology**, v.22, n.3, supl., p.620, 1999.
- BOYLE, T.J.B., YEH, F.C. Within population genetic variation: implications for selection and breeding. In: SYMPOSIUM ON TREE IMPROVEMENT- Progressing Together, 21, 1987 Truro.. **Proceedings...**Ottawa: Canadian Forestry Service, 1988. p. 20-40.
- BROWN, S. Tropical secondary forests. **Journal of tropical Ecology**, v.6, p.1-32, 1990.
- *BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional process. **Turrialba**, Turrialba, 1965, v.15, n.40-42. ✓
- BUDOWSKI, G. The distribution between old secondary and climax species in tropical Central American lowland forests. **Tropical ecology**, v.11, p.44-8, 1970.
- BULLOCK, S.H.; BAWA, K.S. sexual dimorphism and the annual flowering pattern in *Jacaratia dolichaula* (D. Smith) Woodson (Caricaceae) in Costa Rica rain forest. **Ecology**, 62, 1494-1504, 1981.
- CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**, Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.



- CARVALHO, P.E.R. **Espécies brasileiras: recomendações silviculturais. potencialidades e uso da madeira.** Colombo-PR, 1994. Em presa de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA. Centro Nacioanal de Pesquisa Florestais- CNPFlorestas. 639p.
- CASTRO, A.A.F.J. **Comparação florístico geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí- São Paulo) de amostras de cerrado,** Campinas: UNICAMP, 1994. 520p (tese de Doutorado).
- CLEGG, M.T. Measuring plant mating systems. **Bioscience** , v.30, n.12, p.814-18, 1980.
- CLEGG, M.T.; KAHLER, AL.; ALLARD, R.W., Estimation of life cycle components of selection in a experimental plant population. **Genetics**, Washington, v.86, p.765-92, 1978.
- COSTA NETO, P. L.O. **Estatística.** São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 264p.
- COSTA, R.B.; RESENDE, M.D.V.; ARAUJO, A.J.; GONÇALVES, P.S.; HIGA, A.R. Selection and genetic gain in rubber tree (*Hevea*) populations using a mixed mating system. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, n.3, p.671-9, 2000.
- CRUZ, C.D. **Aplicativo computacional em genética e estatística.** Ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1997. 442p.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES; aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa: UFV, 1994, 442p.
- CRUZ, C.D.; MIRANDA, J.E.C.; COSTA, C.P. Correlações, efeitos diretos e indiretos de caracteres agronômicos sobre a produção de pimentão (*Capsicum anuum* L.). **Revista Brasileira de Genética**, São Paulo, v.11, n.4, p.921-928, 1988.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997, 390p.



CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 1 ed. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

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

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

* DENSLOW, J.S.; NEWELL, E.; ELLISON, A.M. The effect of understory palms and cyclanths on the growth and survival of *Inga* seedlings. **Biotropica**, v.23, n.3, p.225-34, 1991. ✓

DEWEY, S.E.; HEYWOOD, J.S. Spatial genetic structure in a population of *Psychotria nervosa*: 1-distribution of genotype, **Evolution**, v.42, p.834-8, 1980.

DUBOC, E. **Requerimentos de espécies florestais nativas: *Hymanea courbaryl* L. var. *stilbocarpa* (Haynee) Lee et Lang (jatobá), *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo de copaíba) e *Peltrophium dubium* (Spreng) Taub. (canafistula)**, Lavras, ESAL, 1994, 68p. (Dissertação de Mestrado).

* DURIGAN, G. **Técnicas silviculturais aplicadas à restauração**. I SIMPÓSIO SOBRE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSSISTEMAS NATURAIS, Departamento de Ciéncias Florestais da ESALQ/USP, Piracicaba, 1999, p.50. ✓

* EITEIN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, Universidade de Brasília, Brasília, v.38, n.2, 1972, 341p. ✓

EPPERSON, B.K. Spatial patterns of genetic variation within plant populations. In: BROWN, A.H.D.; CLEGG, M.T.; KAHLER, A.L.; WIER, B.S., ed. **Plant population genetics, breeding and genetic resources**. Sunderland: Sinauer, 1990, p.229-253.



- ETTORI, L.C.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; ZANATTO, A.C.S. Conservação genética de louro-pardo, *Cordia trichotoma*, em plantios "ex situ". In.: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 43, Goiânia, 1997. **Anais...**, Goiânia, 1997. **Revista Brasileira de genética**, v.20, n.3, 1997, p.159.
- ETTORI, L.C., SIQUEIRA, C.M.F., SATO, A.S., CAMPOS, O.R. Variabilidade genética de ipê-roxo-*Tabebuia heptaphila* (vul) tol- para conservação "ex situ". **Revista do Instituto Florestal**, v.8, p 1-98, 1996.
- ETTORI, L.C.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; NOGUEIRA, J.C.B.; FERREIRA, A.B.; ZANATTO, A.C.S. Conservação ex situ dos recursos genéticos do ipê-amarelo (*Tabebuia vellosi* Tol.) através dos testes de procedências e progênies. **Revista do Instituto Florestal**, v.7, n.2, p.157-168, 1995.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**, Viçosa: Imprensa Universitária, 1981. 279p (1ª Edição).
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**, Viçosa: Imprensa Universitária, 1987. 279p (2ª Edição).
- FALCONER, D.S. **Introducion a la genética cuantitativa**. México, 1972, Ed. CECSA. 430p.
- FERRI, M.G. Ecologia do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 4 Ed., Itatiaia, Belo Horizonte, p.1217-1220, 1977.
- FINÉR, L. Variation in needle nutrient concentrations in Crown of scots pine on peatland, **Silva Fennica**, 1994, v.28, n.1, p.41-51.
- FONSECA, A.J., AGUIAR, A.V., MORAES, M.L.T., ANDRADE, J.A.C. Teste de progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., *Astronium fraxinifolium*, e *Terminalla argentea* em consórcio. **Genetics and Molecular Biology**, v.21, n.3, supl., p.254, 1998.



FONSECA, A.J.. **Variação genética em populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urunduva* Fr. All.) –Anarcadiaceae- em Sistema Agroflorestal.** Ilha Solteira, 2000, 65p. Dissertação (Mestre em Agronomia)- Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

FONSECA, M.M.; SOUZA, E.R.B.; CHAVES, L.J.; BORGES, J.D.; NAVES, R.V.; SOUZA, N.; RODRIGUES, C. Variabilidade genética entre progênies de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) quanto ao desenvolvimento de plântulas. In.: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 43, Goiânia, 1997. **Anais...**, Goiânia, 1997. **Revista Brasileira de genética**, v.20, n.3, 1997, p.158.

FRANKHAM, R. Conservation genetics. **Annual Review of Genetics**, v.29, p.305-327, 1995.

FREITAS, M.L.M. **Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urunduva* Fr. All.) –Anarcadiaceae- em diferentes sistema de plantio.** Ilha Solteira, 1999, 95p. Dissertação (mestre em Agronomia)- Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

FREITAS, M.L.M.; MORAES, M.L.T.; BUZZETI, S.; CARVALHO, M.A.C. Variação genética em progênies de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) em diferentes sistemas de plantio. II. Macronutrientes. **Genetics and Molecular Biology**, v.21, n.3, supl., p.255, 1998.

FUTUYMA, D.J. **Biologia evolutiva**, Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 631p.

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)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo).

GIANNOTTI, E. et al. Variação genética entre procedências e progênies de *Araucaria angustifolia* (Bert) O.Ktze. **Silvicultura em São Paulo**, V.16A, pt.2, p.970-75, 1982. (Edição especial).



- GONÇALVES, J.L.M.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L.. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, **Anais...**, edição especial, 1992, p.463-9.
- GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**, Piracicaba, Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF), 2000, 427p.
- HAMRICK, J.L. The distribution of genetic variation within and among natural plant populations. In: SCHONEWALD- COX, C.m., Chambers, S.M., MacBryde, B., Thomas, W.L., (Eds.). **Genetic and Conservation**. London,: The Benjamin/ Cummings, 1983.p. 335-48.
- HAMRICK, J.L., LOVELESS, M.D. Isozyme variation in tropical trees: procedures and preliminary results. **Biotropica**, v.18, p.201-7, 1986.
- HAMRICK, J.L., LOVELESS, M.D. The genetic structure of tropical tree populations: association with reproductive biology. In: BOCK, J.H., LINHART, Y.b. (Eds) **The evolutionary ecology of plants**. Boulder: Westview Press, 1989 p.129-46.
- HAMRICK, J.L.. Isozymes and analysis of genetic structure in plant populations. IN: SOLTIS, D.E.; SOLTIS, P. Isozymes and analysis of genetic structure in plant populations, 1989, Chapman and Hall Ltd. p.87-105.
- HAMRICK, J.L.; GODT, M.J.W. Allozyme diversity in plant species. In: BROWN, A.H.D.; CLEGG, M.T.; KAHLER, A.L.; WEIR, B.S., ed . Plant population genetics, breedings and genetic resources. Massachusetts, Sinauer, 1990, p.43-63.
- HAMRICK, J.L.; MURAWSKI, D.A. The breeding structure of tropical tree populations. **Plant species Biology**, v.5, p.157-65, 1990.

HELMISAARI, H. S., Temporal variation in nutrient concentrations of *Pinus sylvestris* needles. **Scandinavian Journal of Forest Research**, 1990, v.5, n.2, p.177-193.

HERBERT, M.A.; SCHÖNAU, A.P.G. Fertilising commercial forest species in Southern Africa: Research progress and problems (Pat1). **South Afr. For. J.**, v.151, p.58-70, 1989.

JAIN, S.K. Genetic variation in populations: an important tool for ecological research. In: PAPER PRESENTED AT THE R.E.A 10, 1982 Mardel Plata. **Paper...** Mardel Plata: s.n., 1982.

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

KAGEYAMA, P.Y. Genetic structure of tropical tree species of Brazil. In: INTERNACIONAL WORKSHOP OF REPRODUCTIVE ECOLOGY OF TROPICAL PLANTS, Bangi, 1987, **Workshop...** Bangi: s.n. 1987 p.1-29.

KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. Piracicaba: ESALQ, 1980, 1980, 125p. (Tese-D.S.).

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

KAGEYAMA, P.Y., NAMKOONG, G., ROBERDS, J. **Genetic diversity in species of tropical forest in the state of São Paulo-Brazil**. Relatório, s/d.



- KUITTINEN, H.; SAVOLAINEN, O. Small population processes. In: YOUNG, A.; BOSHIER, D.; BOYLE, T. **Forest conservation genetics: Principles and Practice** (ed.), Australia, 2000, p.352.
- LI, C.C. **Path analysis: a primer**. Boxwood: Pacific Grove, 1975. 346p.
- LLERAS, E. Conservação de recursos genéticos florestais. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, p. 1179-84, 1992.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992, 368p.
- LOVELESS, M.D. Isozyme variation in tropical trees, patterns of genetics organization. **New Forest**, v.6, p.67-94, 1992.
- LOVELESS, M.D.; HAMRICK, J.L. Ecological determinant of genetic structure in plant populations. **Annual Review Ecological Systematic**, v.15, p.65-95, 1984.
- MAINIERI, C. , CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. p. 121-2.
- MALAVOLTA, E., VITTI, E.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- * MARTÍNEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perinifolias. In: GOMEZ-POMPA, A.; DEL AMO, S. **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz**. México, 1985, v.2, p.191-239.



- MENCK, A.L.M.; ODA, S.; KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em progênies de árvores de pomar de sementes por mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill) maiden na região de Biritiba Mirim-SP. **Revista do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais/IPEF**, Piracicaba, 1986, v.33, p.5-15.
- MIRANDA, J.E.C., CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.S. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. **Revista Brasileira de Genética**. Ribeirão Preto, v.11, n.4, p.881-904, 1988.
- 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, pt.4, 1992, p.1241-5.
- 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. (Doutorado em genética e Melhoramento de Plantas) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- MUNIZ, A.S.; SILVA, M.A.G. Exigências nutricionais de mudas de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* Muller Argoviensis) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, viçosa, v.19, n.2, p.263-71, 1995.
- NAMKOONG, G. Inbreeding, hybridization and conservation in provenances of tropical forest trees. In: **Joint meeting IUFRO workingparties on provenance improment strategies in Tropical Forest trees**. Muture, Zimbabwe, 1984, 7p.
- NAMKOONG, G.; BARNES, R.D.; BURLEY, J. Tree breeding strategies and internacional cooperation. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.32, p.721-23, 1983.



NODARI, R.O., REIS, M.S., FANTINI, A.C., REIS, A., GUERRA, M.P., MONTAVANI, A., DIAS, M.P. Teste de procedência e progênie de *Euterpe edulis*. I. procedência Saigraçu e Itapocu, Vales do Mampituba e Araranguá e médio Vale do Itajaí-açu. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS- SBEF, 1993, 470-72.

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

NOGUEIRA, J.C.B. et al. Estudo de progênies e procedências do amendoim *Pterogyne nitens* Tul. **Boletim Técnico IF**, São Paulo, 40A, p.357-366, 1986a. Pt.2 (Edição Especial).

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

NOGUEIRA, J.C.B., SIQUEIRA, A.C.M.F.; ZANATTO, A.C.S.; MORAES, E.; YWANE, M.S.S. Teste de progênies e procedências de pau d'algo- *Gallesia gorarema* Vell. Moq., **Boletim Técnico, IF**, São Paulo, 1986b v.40A, p.344-356. Pt.2 (Edição Especial).

NOGUEIRA, J.C.B.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; MORAES, E. Testes de progênies e procedências de aroeira *Astronium urundeuva* (FR. ALL.) ENGL. São Paulo, **Instituto Florestal**, 1986c, 11p.

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.



- OLIVEIRA, S.A.; MORAES, M.L.T.; SÁ, M.E.; FREITAS, M.L.M.. Variação genética entre populações de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) para algumas características de sementes. **Genetics and Molecular Biology**, v.22, n.3, supl., p.620, 1998.
- PAYN, T.W.; CLOUGH, M.E. Seasonal variation foliar nutrient concentrations in *Pinus radiata* in Southern Cape, **South African Forestry Journal**, n.143, p.37 a 41, 1987.
- PIRES, I.E.; KAGEYAMA, P.Y. Caracterização da base genética de uma população de algaroba – *Prosopis juliflora* (SW) DC- existente na região sudeste de soledade-PB. **Revista do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais/IPEF**, Piracicaba, 1985, v. 30, p.29-58.
- QUIJADA, R.M. Interaction genótipo x ambiente. In: FAO/ DANIDA. Mejora genética de arboles forestales. MERIDA, 1980, p.231-5.
- RADOMSKI, M.I., SUGAMOS, M.L., GIAROLA, N.F.B., CAMPIOLO, S. Avaliação dos teores de macronutrientes e micronutrientes em folhas jovens e velas de erva-mate nativa . CONGRESSO NACIONAL DE ESSENCIAS NATIVAS, 2. In: **Anais...**, 1992, p.453-6.
- RENÒ, N.B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies nativas no sudeste brasileiro**. Lavras, ESAL, 1994, 62p.(Dissertação de Mestrado).
- RESENDE, M.D.V.; SIMEÃO, R.M.; STURION, J.A. Fundamentos de genética de populações para conservação de germoplasma da erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST. HIL.). CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE E REUNIÃO TÉCNICA DO CONE DO SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 1, EMBRAPA/ Curitiba, 1997. **Anais...**, Curitiba, 1997, p.173-207.
- RESENDE, M.D.V.; STURION, J.A.; MENDES, S. **Genética e melhoramento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**, Colombo: Embrapa-CNPQ, 1995, 3p. (Documentos, 25).

- RESENDE, M.D.V.; STURION, J.A.; MENDES, S. Genética e melhoramento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1995, 3p. (Documentos, 25).
- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. 2ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1978. p. 115-21.
- ROMERO, J.H.T. **Contribución al conocimiento de las plantas tanicas registradas en Colombia**. Bogotá: Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales, 1983 p. 98-99. (Colciencias Bogotá).
- SAMPAIO, P.T.B., BARBOSA, A. P., FERNANDES, N. P. Ensaio de espaçamento com caroba-*Jacaranda copaia* (AUBL.) D. Don. Bignoniaceae. **Acta Amazônica** v. 19, p. 383-9, 1989.
- SAMPAIO, P.T.B., VENTURIERI, G.A Variação genética entre e dentro de progênes de quatro espécies de leguminosas: *Copaifera multijuga*, *Hymenaea courbaril*, *Apuleia leiocarpa* e *Hymenolobium* sp. In.: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos Jordão, **Anais...** São Paulo: v.3, p.633-5.
- SANTIN, P. A. **Revisão taxonomica do gênero *Astronium* jacq. e revalidação do gênero *Myracrodruon* Fr. Allem.Anarcadiaceae**. Campinas, 1989. 178p. Dissertação (Mestrado em Biologia), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- SANTOS, C.A.F.; CAVALCANTI, J.; PAINI, J.N.; CRUZ, C.D. Correlações canônicas entre componentes primários e secundários na produção de grãos em guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Ceres**, Viçosa , v.41, n.236, p.456-464, 1994a.
- SANTOS, C.A.F.; MENEZES, E.A.; PAINI, J.N.; CRUZ, C.D Coeficiente de trilha no estudo dos componentes primários e secundários na produção de grãos do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Ceres**, Viçosa , v.41, n.235, p.299-305, 1994b.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 438p.

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

SEBBENN, A.M.; DURIGAN, G.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; PONTINHA, A.A.S. Teste de procedências de *Grevillea robusta* A. Cunn. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.11, n.1, p.65-73, 1999a.

SEBBENN, A.M. SIQUEIRA, A.C.M.F.; GARRIDO, L.M.A.G.; ANGERAMI, E.M.R.A. Variabilidade genética e interação genótipo x locais em jequitibá-rosa- *Cariniana legalis* (mart.) O. Ktze. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.12, n.1, p.13-23, 2000.

SEBBENN, A.M.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; KAGEYAMA, P.Y.; MACHADO, J.A.R. Parâmetros genéticos da cabreúva- *Myroxylon peruiferum* L.F. Allemão. **Scientia Forestalis**, n.53, p.31-8, 1998.

SEBBENN, A.M.; SIQUIERA, A.C.M.F.; VENCovsky, R.; MACHADO, J.A.R. Interação genótipo x ambiente ex situ de *Peltophorium dubium*, em duas regiões do estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v.11, n.1, p.78-89, 1999b.

SHELBOURNE, C. Genotype environment interaction: its study and its implications in forest tree improvement. In: IUFRO GENETIC SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo, 1972. Proceedings. p.1-27 (B-1).

SHIMIZU, J.Y., KAGEYAMA, P.Y., HIGA, A.R.. **Procedimentos e recomendações para estudos de progênes de essências Florestais**. Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, 1982., 33p. (Documento, 11).



- SILVA, I.R.; FURTINI NETO, A.N.; VALE, F.R.; CURI, N. Absorção de nutriente em espécies florestais sob a influência da abubação potássica. **Revista do Instituto Florestal**, v.8, n.2, p.99-108, 1996.
- SILVA, J.C. **Parâmetros da densidade na qualidade da madeira**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Ciências Florestais, 1984. 82p. (Mimeogr.).
- SILVA, J.M.; AGUIAR, A.V.; MORAES, M.L.T.; Parâmetros genéticos em progênes de *Terminalia argentea* Mart et Succ. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, n.3, supl., p.756, 2000.
- SIQUEIRA, A.C.M.F., NOGUEIRA, J.C.B., MURGEL, J.M.T., KAGEYAMA, P.Y., MORAES, E.. Teste de progênie e procedência de Cambarú. *Dipteryx alata* Vog.. **Silvicultura em São Paulo** 16a: p.1076-80, 1982.
- SIQUEIRA, A.C.M. F.; NOGUEIRA, J.C.B.; ZANATTO, A.C.; MORAIS, E.; ZANDARINI, M.A. Conservação dos recursos genéticos da guarucaia- *Peltophorium dubium* (Sreng.) Taub. **Boletim Técnico, IF**, São Paulo, 1986a, v.40A, p.302-313. Pt. 2. (Edição Especial).
- SIQUEIRA, A.C.M. F.; NOGUEIRA, J.C.B.; KAGEYAMA, P.Y. Conservação dos recursos genéticos ex situ do cambaru (*Dipteryx alata*) Vog. - Leguminosae **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v.5, n.2, p.231-43, 1993.
- SIQUEIRA, AC.M.F. et al. O Cumbaru- *Dipteryx alata* Vog.- Estudo de diferentes procedências e progênes. **Boletim Técnico IF**, São Paulo, V.40A, p.281-90, 1986b. Pt.1. (Edição especial).
- SOUZA, C.S.. et al. Variação genética em progênes de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) em diferentes sistemas de cultivo. **Genetics and Molecular Biology**, v.22, n.3, supl., p.620, 1999.



- SOUZA, R.S.; OLIVEIRA, S.A.; SOUZA, C.S.; MORAES, M.L.T.. Variação genética em progênies de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium* Schott) sob *Pinus kesiya*. **Genetics and Molecular Biology**, v.21, n.3, supl., p.254, 1998.
- SUDAM, **Pesquisa e informações sobre espécies florestais da Amazônia**. Belém, PA. Departamento de Recursos Naturais. Centro de Tecnologia Madeireira, 1979.
- TRANI, P.E., HIROCE, R., BATAGLIA, O.C. **Análise foliar: amostragem e interpretação**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 19p.
- VALERA, F.P. **Variação genética em progênies de *Euclyptus saligna* Smith e sua interação com o espaçamento**, Piracicaba, 1986. 193p. Dissertação (mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- VENCOSVSKY, R. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas. **Revista do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, v.35, p. 79 a 84, 1987.
- VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992, 486p.
- VIEIRA, M.F.; MEIRA, R.M.S.A.; QUEIROZ, L.P.; MEIRA NETO, J.A.A. Polinização e reprodução de Jacarandá caroba (Vell.) DC. (Bignoniaceae) em área de Cerrado do Sudeste Brasileiro, VIII CONGRESSO- Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas 1990. **Anais....1992**, Campinas p.13-19.

VITTI, A.P.; KAGEYAMA, P.Y.; COSTA, L.G.S.; BILLA, A.D.; SEGUESSE, F.; SILVA, F.F. Estrutura genética em populações de *Cecropia cinerea* e *Esenbeckia leiocarpa* plantadas segundo a sucessão secundária.). In.: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, pt.4, 1992, p.1209-12.

✱ 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).

YEH, F.C. Population genetics. In: YOUNG, A.; BOSHIER, D.; BOYLE, T. **Forest conservation genetics: Principles and Practice** (ed.), Australia, 2000, p.352.

ZOBEL, B.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. USA, North Carolina State University, 1984, 496p.

APÊNDICE

TABELA 1A. Estimativas de médias dos caracteres silviculturais referentes a 30 progênies da população de gonçalo-alves de Selvíria-MS, em Selvíria-MS

Progênies	ALT1 (m)	ALT2 (m)	ALT3 (m)	ALT4 (m)	DMC (m)	DA3 (cm)	FORM	ESP (mm)	DBC (g/cm ³)	SOB (%)
1	1,83	3,38	4,40	4,96	2,09	7,35	5,24	12,55	0,65	86
2	1,44	2,63	3,57	4,61	1,87	6,23	4,25	10,54	0,66	84
3	1,53	2,69	3,45	5,25	1,88	5,55	3,91	10,18	0,64	80
4	1,60	3,07	3,93	4,25	1,85	6,36	4,48	11,85	0,63	74
5	1,72	3,24	4,07	4,40	1,92	6,38	4,65	12,52	0,63	88
6	1,38	2,50	3,15	4,52	1,70	5,62	3,81	11,51	0,61	72
7	1,48	2,82	3,69	4,05	1,99	5,99	4,64	12,32	0,64	74
8	1,54	2,91	3,93	3,66	1,99	6,27	4,79	11,02	0,67	86
9	1,45	2,98	4,22	4,18	2,04	7,02	5,54	13,85	0,69	84
10	1,53	3,07	4,21	4,08	1,87	6,96	5,57	12,39	0,64	80
11	1,44	2,63	3,59	5,28	1,86	6,12	4,33	11,54	0,66	78
12	1,52	2,88	3,89	4,57	1,98	6,67	4,57	13,07	0,64	74
13	1,41	2,63	3,39	4,36	1,74	5,91	4,34	12,04	0,62	82
14	1,58	3,03	3,84	3,40	2,29	7,02	4,67	13,95	0,66	72
15	1,39	2,78	3,53	3,92	1,60	5,90	4,95	12,92	0,63	80
16	1,67	2,90	3,80	4,20	2,07	6,75	4,91	12,35	0,64	88
17	1,55	3,01	4,10	3,74	1,95	6,76	5,00	13,07	0,65	78
18	1,46	2,88	3,71	3,76	1,69	6,01	4,79	11,16	0,65	84
19	1,55	2,92	3,63	4,32	1,66	5,53	4,55	10,89	0,65	80
20	1,83	3,34	4,27	4,74	1,99	7,16	5,15	13,86	0,62	88
21	1,44	3,01	4,06	4,27	2,01	6,89	5,61	11,98	0,65	76
22	1,47	2,97	3,89	4,18	1,93	6,25	4,65	10,09	0,64	86
23	1,57	3,10	4,15	4,21	2,11	6,62	4,19	11,93	0,65	74
24	1,66	3,16	4,44	4,21	2,08	7,20	5,07	11,23	0,64	90
25	1,58	3,03	3,96	4,27	1,90	6,58	5,12	12,19	0,64	74
26	1,36	2,65	3,61	4,84	1,81	5,74	5,15	10,62	0,63	82
27	1,62	2,97	3,76	4,59	1,94	6,12	5,02	10,94	0,65	82
28	1,66	3,34	4,18	4,42	2,11	6,22	4,46	11,17	0,65	84
29	1,69	3,29	4,17	4,97	2,25	6,92	4,24	12,61	0,64	96
30	1,50	2,87	3,87	3,95	1,92	6,76	4,78	12,82	0,65	84

TABELA 2A. Estimativas de médias dos caracteres silviculturais referentes a 30 progênes da população de gonçalo-alves de Ilha Solteira-SP, em Selvíria-MS

Progênes	ALT1 (m)	ALT2 (m)	ALT3 (m)	ALT4 (m)	DMC (m)	DA3 (cm)	FORM	ESP (mm)	DBC (g/cm ³)	SOB (%)
1	1,70	3,28	4,40	4,96	2,17	6,69	4,75	10,99	0,65	86
2	1,63	2,95	3,57	4,61	1,81	6,46	5,43	10,99	0,67	86
3	2,02	3,50	3,45	5,25	2,25	7,51	4,81	12,38	0,69	90
4	1,48	2,82	3,93	4,25	1,74	6,09	4,92	11,53	0,63	78
5	1,57	2,81	4,07	4,40	1,84	6,22	4,49	11,84	0,61	90
6	1,39	2,84	3,15	4,52	1,67	5,29	4,65	9,59	0,67	88
7	1,26	2,48	3,69	4,05	1,79	5,94	5,04	12,97	0,67	86
8	1,27	2,50	3,93	3,66	1,64	5,28	4,42	9,41	0,66	94
9	1,44	2,69	4,22	4,18	1,79	6,06	4,72	11,07	0,70	76
10	1,37	2,55	4,21	4,08	1,72	5,59	4,31	10,83	0,65	84
11	1,74	3,32	3,59	5,28	2,27	6,40	4,54	11,87	0,67	86
12	1,55	2,95	3,89	4,57	2,13	6,45	5,21	12,09	0,68	92
13	1,52	3,05	3,39	4,36	1,73	5,56	5,19	10,32	0,63	68
14	1,01	2,21	3,84	3,40	1,84	5,04	3,44	10,56	0,62	70
15	1,31	2,48	3,53	3,92	1,73	5,52	4,84	10,90	0,63	90
16	1,42	2,75	3,80	4,20	1,62	5,98	4,77	11,31	0,66	86
17	1,15	2,77	4,10	3,74	1,75	5,27	3,94	10,02	0,64	58
18	1,32	2,47	3,71	3,76	1,52	4,89	4,27	10,39	0,67	78
19	1,36	2,69	3,63	4,32	1,90	5,95	3,77	10,47	0,72	66
20	1,39	2,60	4,27	4,74	2,03	5,94	5,47	6,05	0,86	76
21	1,35	2,43	4,06	4,27	1,78	5,43	4,57	8,55	0,74	70
22	1,45	2,74	3,89	4,18	1,99	6,39	3,87	11,36	0,67	84
23	1,18	2,63	4,15	4,21	1,82	6,32	4,88	13,67	0,65	88
24	1,27	2,75	4,44	4,21	1,77	5,90	4,79	10,66	0,69	80
25	1,43	2,80	3,96	4,27	1,88	5,58	4,03	9,87	0,66	72
26	1,74	3,14	3,61	4,84	2,20	6,46	4,75	11,42	0,66	78
27	1,39	2,97	3,76	4,59	2,15	6,46	4,12	11,69	0,70	80
28	1,34	2,61	4,18	4,42	1,73	5,78	4,37	11,50	0,64	78
29	1,35	2,93	4,17	4,97	1,74	6,50	5,15	12,29	0,66	82
30	1,36	2,63	3,87	3,95	1,77	5,69	3,99	12,39	0,60	76

TABELA 3A. Estimativas de médias dos caracteres silviculturais referentes a 30 progênes da população de jacarandá-caroba do EXP-1, em Selvíria-MS.

Progênes	ALT1 (m)	ALT2 (m)	ALT3 (m)	ALT4 (m)	DMC (m)	DA3 (cm)	FORM	ESP (mm)	DBC (g/cm ³)	SOB (%)
1	2,12	4,80	6,10	6,73	2,54	8,51	5,05	7,90	0,78	88
2	1,65	4,01	5,43	6,17	2,18	6,98	4,77	7,40	0,74	96
3	1,91	4,47	5,95	6,64	2,32	8,01	5,36	7,52	0,77	98
4	1,63	4,27	5,77	6,58	2,18	8,03	5,66	8,28	0,75	92
5	1,86	4,32	5,79	6,52	2,73	8,36	5,09	9,08	0,73	98
6	1,71	4,26	5,85	6,68	2,09	8,15	6,04	8,35	0,78	100
7	1,81	4,52	6,04	6,75	2,43	8,02	5,57	8,43	0,74	94
8	1,37	3,87	5,49	6,46	2,26	7,46	4,81	6,85	0,75	92
9	1,37	3,38	4,85	5,70	1,95	6,50	4,95	7,33	0,76	100
10	1,63	3,92	5,27	6,00	2,35	7,17	4,92	7,32	0,80	86
11	1,65	4,01	5,21	6,16	2,28	7,66	4,80	6,51	0,79	92
12	1,38	3,63	5,19	5,75	2,02	6,91	5,42	7,05	0,72	86
13	2,05	4,68	6,18	6,77	2,05	6,97	4,80	7,27	0,79	98
14	1,78	4,14	5,30	6,30	2,21	7,27	5,36	7,82	0,77	100
15	1,58	4,18	5,27	6,16	2,24	7,77	4,96	8,99	0,76	88
16	1,73	4,36	5,93	6,67	2,47	7,59	4,99	8,27	0,73	92
17	1,77	4,33	5,77	6,54	2,04	6,98	4,99	6,25	0,78	96
18	1,76	4,24	5,74	6,57	2,18	7,48	5,06	8,46	0,77	100
19	1,57	4,02	5,77	6,59	2,62	8,20	4,62	7,45	0,79	92
20	1,69	4,39	6,03	6,62	2,19	7,29	5,11	7,28	0,76	98
21	1,71	4,36	6,07	6,71	2,42	7,70	5,07	7,96	0,76	92
22	1,71	4,69	6,29	6,65	2,23	7,42	5,16	7,35	0,74	82
23	1,62	4,04	5,41	6,24	2,21	7,00	5,02	7,38	0,78	92
24	1,64	4,38	5,97	6,70	2,17	7,58	5,42	7,27	0,77	92
25	1,90	4,39	6,02	6,64	2,35	7,75	5,28	7,67	0,73	92
26	2,34	4,87	6,50	7,28	2,41	8,17	5,10	7,08	0,75	100
27	1,80	4,68	6,32	6,87	2,20	7,53	5,69	7,22	0,78	92
28	1,83	4,54	6,19	7,19	2,42	7,28	5,27	7,32	0,78	100
29	1,48	4,21	5,61	6,38	2,50	7,38	4,71	6,98	0,79	96
30	1,73	4,02	5,47	6,19	2,60	6,15	3,80	7,80	0,73	96



TABELA 4A. Estimativas de médias dos caracteres silviculturais referentes a 30 progênes da população de jacarandá-caroba do EXP-2, em Selvíria-MS

Progênes	ALT1 (m)	ALT2 (m)	ALT3 (m)	ALT4 (m)	DMC (m)	DA3 (cm)	FORM	ESP (mm)	DBC (g/cm ³)	SOB (%)
1	1,91	4,64	6,19	7,03	2,50	8,86	5,44	8,71	0,70	96
2	1,48	3,81	5,38	6,01	2,01	6,65	5,09	7,48	0,72	100
3	1,68	4,39	5,82	6,77	2,27	7,63	5,41	7,72	0,75	100
4	1,56	3,96	5,65	6,26	2,23	7,22	4,96	8,52	0,72	98
5	1,83	4,22	5,78	6,43	2,38	7,63	5,08	8,47	0,79	92
6	1,92	4,58	6,06	6,76	2,26	8,28	5,75	8,92	0,76	100
7	1,98	4,55	5,90	6,75	2,27	7,42	5,02	8,28	0,75	100
8	1,59	4,23	5,65	6,51	2,31	7,69	4,97	7,23	0,78	94
9	1,45	3,57	5,04	5,82	1,77	6,21	5,13	7,24	0,75	92
10	1,60	4,10	5,06	5,88	1,88	7,20	5,41	7,74	0,77	94
11	1,40	3,54	5,06	5,96	1,93	6,82	5,17	6,64	0,76	94
12	1,34	3,60	5,25	6,01	2,17	6,37	5,40	6,49	0,79	96
13	2,14	4,87	6,48	7,07	2,07	7,28	5,38	7,15	0,75	100
14	1,76	4,34	5,93	6,72	1,97	7,46	5,44	8,29	0,72	98
15	1,57	3,97	5,44	6,03	2,14	7,24	4,79	8,74	0,76	94
16	1,64	4,30	5,74	6,56	2,30	7,84	5,92	8,15	0,73	100
17	1,95	4,60	6,07	6,72	2,02	7,36	5,35	6,71	0,72	94
18	1,86	4,47	6,07	6,96	2,25	7,29	5,28	9,03	0,68	84
19	1,59	4,22	5,76	6,53	2,33	7,84	4,94	7,00	0,79	94
20	1,81	4,56	6,30	6,97	2,26	7,82	5,31	7,64	0,74	100
21	1,61	4,13	5,82	6,60	2,24	6,82	4,52	7,52	0,76	100
22	1,69	4,21	5,95	6,50	2,10	6,89	3,94	7,61	0,70	96
23	1,78	4,70	5,77	6,92	2,26	7,16	5,14	8,04	0,69	100
24	1,51	4,16	5,69	6,53	2,12	7,09	5,07	6,92	0,77	98
25	1,85	4,41	6,14	6,76	2,28	7,41	5,82	7,54	0,75	98
26	2,06	4,75	5,91	6,83	2,36	7,68	5,06	7,35	0,74	98
27	1,80	4,66	6,42	7,09	2,13	8,34	6,18	7,15	0,78	98
28	1,65	4,37	5,94	6,56	2,12	7,01	4,87	7,63	0,75	94
29	1,46	4,10	5,25	5,91	2,07	6,72	5,07	6,63	0,77	100
30	1,53	3,63	5,10	5,82	2,02	5,92	4,75	7,15	0,72	98

TABELA 5A. Estimativas de médias dos caracteres nutricionais referentes a 30 progênies da população de gonçalo-alves de Selvíria-MS, em Selvíria-MS

Progênies	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	S (g/kg)
1	21,70	1,22	20,68	11,77	2,91	1,34
2	21,63	1,23	19,80	13,92	2,79	1,45
3	24,39	0,99	18,04	8,61	3,10	1,71
4	24,64	1,06	17,82	9,45	3,32	1,47
5	23,94	1,22	17,38	9,61	3,16	1,63
6	25,76	1,15	17,60	8,13	2,65	1,57
7	23,91	1,32	15,40	13,89	3,06	1,30
8	22,05	1,07	20,02	12,16	2,94	1,15
9	23,07	1,04	18,04	13,26	2,88	1,50
10	22,11	1,03	16,94	11,18	2,48	1,57
11	22,47	1,12	18,04	9,35	2,78	1,69
12	24,15	1,30	17,16	11,55	2,67	1,40
13	27,64	1,35	18,48	10,18	2,84	1,50
14	22,82	1,12	17,38	8,14	3,14	1,44
15	22,82	1,25	21,34	11,97	2,51	1,46
16	23,94	1,03	18,92	9,18	2,41	1,57
17	25,56	1,27	18,26	9,40	3,21	2,03
18	22,90	1,25	19,36	12,09	3,20	1,82
19	22,57	1,19	18,26	8,99	2,37	1,76
20	25,33	1,32	18,70	11,30	2,88	1,65
21	21,63	1,21	18,70	13,46	2,68	1,22
22	22,74	1,44	18,04	12,25	2,78	1,39
23	24,85	1,37	16,72	9,98	2,90	1,38
24	21,56	1,30	19,36	12,32	3,08	1,33
25	23,52	1,14	16,28	10,96	3,00	1,59
26	24,08	1,07	18,92	10,49	2,51	1,44
27	22,82	0,93	17,82	7,98	2,96	1,52
28	24,29	1,10	18,04	12,27	3,09	1,41
29	24,08	1,34	19,80	10,95	2,77	1,61
30	23,52	1,26	19,58	10,63	2,83	1,84

TABELA 6A. Estimativas dos caracteres nutricionais referentes a 30 progênies da população de gonçalo-alves de Ilha Solteira-SP, em Selvíria-MS

Progênies	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	S (g/kg)
1	22,96	1,33	16,94	8,26	2,49	1,15
2	22,89	1,28	15,40	9,69	3,11	1,27
3	22,02	1,38	16,50	10,19	3,12	1,28
4	23,21	1,15	16,28	9,38	3,55	1,11
5	22,29	1,29	16,72	8,77	2,54	1,38
6	23,79	1,34	16,72	9,51	3,03	1,28
7	24,18	1,46	16,72	9,69	2,69	1,26
8	23,62	1,42	18,92	7,49	2,35	1,37
9	24,72	1,21	17,16	7,54	1,90	1,34
10	23,46	1,25	18,26	9,06	2,77	1,25
11	23,25	1,41	15,62	11,86	2,73	1,07
12	24,39	1,23	14,96	8,42	2,26	1,25
13	24,07	1,21	14,08	9,00	2,59	1,17
14	21,63	1,13	14,96	7,76	2,37	1,16
15	21,78	1,23	16,06	8,81	2,27	1,22
16	22,48	1,29	18,48	10,66	2,99	1,19
17	23,52	1,26	15,84	7,67	2,72	1,30
18	23,58	1,40	15,62	8,39	2,53	1,14
19	23,28	1,38	15,62	9,05	2,81	1,27
20	21,10	1,00	13,86	6,94	3,01	1,07
21	22,22	1,17	16,28	7,34	3,01	1,11
22	24,78	1,35	16,50	8,24	2,28	1,38
23	24,16	1,35	17,38	9,94	2,54	1,28
24	24,77	1,23	14,96	10,50	2,92	1,26
25	24,74	1,38	16,94	7,24	2,73	1,34
26	23,90	1,30	16,28	11,75	3,54	1,26
27	25,86	1,37	19,36	10,15	3,13	1,39
28	25,24	1,33	15,84	8,14	2,29	1,36
29	23,04	1,29	16,50	9,58	3,37	1,18
30	23,86	1,36	15,84	10,59	2,67	1,21

TABELA 7A. Estimativas de médias dos caracteres nutricionais referentes a 30 progênes da população de jacarandá-caroba EXP-1, em Selvíria-MS

Progênes	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	S (g/kg)
1	14,36	1,00	15,62	15,84	3,36	1,03
2	13,65	1,35	18,26	14,72	2,26	1,11
3	13,38	0,79	14,96	14,97	2,80	1,19
4	14,97	0,90	16,06	15,75	2,10	1,19
5	15,12	0,96	16,28	15,73	2,59	1,01
6	16,06	0,89	17,38	14,74	3,06	1,07
7	15,72	1,26	18,04	14,82	2,51	1,05
8	14,56	0,95	16,72	18,35	3,07	1,28
9	13,65	1,17	18,26	15,94	2,67	1,68
10	15,71	1,17	19,80	15,60	3,17	1,50
11	14,36	1,05	17,60	14,16	3,07	1,11
12	15,15	1,21	18,48	15,83	2,84	1,21
13	13,76	1,05	17,82	15,35	2,41	1,33
14	15,11	1,15	19,58	16,22	2,47	1,22
15	14,59	1,25	16,28	16,86	2,65	1,59
16	13,64	1,35	17,38	16,30	2,50	1,25
17	14,22	1,09	16,94	15,08	3,55	1,27
18	13,44	1,23	16,50	16,99	2,90	1,15
19	15,68	1,18	17,16	16,82	2,36	1,61
20	15,51	1,57	16,94	16,48	2,33	1,16
21	15,44	1,25	18,48	13,44	2,73	1,51
22	16,58	1,09	18,70	13,86	2,23	1,37
23	14,70	1,08	17,16	17,35	3,95	1,21
24	14,70	1,12	17,82	15,49	2,99	1,39
25	16,20	0,90	18,70	12,68	3,05	1,58
26	13,23	1,10	16,50	16,14	2,42	1,47
27	15,44	0,96	16,94	16,80	4,24	1,72
28	14,71	0,93	19,58	16,02	3,07	1,25
29	14,92	1,27	20,24	15,67	2,94	1,11
30	14,77	1,52	22,00	18,06	3,25	1,29

TABELA 8A. Estimativas de médias dos caracteres nutricionais referentes a 30 progênes da população de jacarandá-caroba do EXP-2, em Selvíria-MS

Progênes	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	S (g/kg)
1	15,02	1,03	15,84	14,59	2,78	0,89
2	13,57	1,17	16,28	14,14	3,24	1,07
3	15,08	1,10	13,64	14,19	2,43	0,92
4	16,31	0,94	12,76	16,96	2,36	0,93
5	14,90	1,10	12,76	16,84	2,30	0,91
6	15,37	0,94	13,42	14,34	2,88	0,93
7	15,74	1,00	16,28	13,53	2,52	1,07
8	15,34	0,98	14,74	14,42	2,58	1,03
9	15,22	1,02	14,52	13,96	2,06	1,16
10	14,36	0,90	16,06	14,45	2,26	0,95
11	13,41	0,95	18,26	13,93	2,43	1,03
12	13,80	1,19	15,62	14,73	2,26	0,94
13	13,30	1,38	17,38	15,14	2,24	1,19
14	14,43	1,00	16,72	14,50	1,90	0,95
15	15,83	1,09	18,04	15,51	2,00	1,19
16	14,53	1,11	15,62	15,25	2,33	1,03
17	14,88	0,94	18,26	13,19	2,51	1,28
18	13,82	1,17	14,52	15,42	2,53	1,18
19	15,61	1,15	15,40	16,87	2,23	1,27
20	16,10	1,18	13,86	13,66	2,20	1,24
21	15,68	1,09	16,06	14,30	2,51	1,14
22	14,07	1,13	15,40	14,96	2,06	1,04
23	14,99	1,31	18,70	13,80	2,36	1,02
24	16,42	1,04	15,62	14,58	2,58	0,78
25	15,96	1,02	17,38	11,33	1,92	0,81
26	16,53	1,04	16,06	15,11	2,67	0,95
27	15,62	1,18	14,96	15,93	2,78	1,00
28	13,62	1,04	14,74	12,85	2,69	0,91
29	14,29	0,98	18,26	14,90	2,78	0,97
30	15,34	1,41	14,74	16,42	2,88	0,91

TABELA 9A. Estimativas das variâncias em nível de médias, encontradas para os caracteres silviculturais e nutricionais em duas populações de gonçalo alves, Selvíria, MS e Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS.

Pop.	Caracteres	Variâncias ⁽¹⁾					
		$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_n^2$	$\hat{\sigma}_s^2$	$\hat{\sigma}_f^2$	$\hat{\sigma}_{\bar{E}}^2$
Selvíria	ALT1 (m)	0,1922	0,0141	0,0071	0,0284	0,2134	0,0148
	ALT2 (m)	0,4762	0,0305	0,0347	0,1386	0,5413	0,0528
	ALT3 (m)	0,8341	0,0422	0,0676	0,2704	0,9439	0,0974
	ALT4 (m)	1,1841	0,0670	0,1344	0,5378	1,3856	0,1782
	DMC (m)	0,2131	0,0208	0,0166	0,0662	0,2505	0,0261
	DA3 (cm)	2,4008	0,1619	0,1743	0,6972	2,7369	0,2686
	FORM	2,2131	0,0450	0,1415	0,5661	2,3996	0,2082
	ESP (mm)	8,0835	0,4466	0,8213	3,2852	9,3515	1,1250
	DBC (g/cm ³)	0,0048	0,0003	0,0000	0,0002	0,0052	0,0002
	N (g/kg)	-	6,6337	0,0689	2,7545	-	2,0154
	P (g/kg)	-	0,0699	0,0023	0,0090	-	0,0163
	K (g/kg)	-	9,6769	0,0000	0,0000	-	1,6681
	Ca (g/kg)	-	10,6935	0,8629	3,4515	-	3,0016
	Mg (g/kg)	-	0,6559	0,0000	0,0000	-	0,0631
	S (g/kg)	-	0,0938	0,0174	0,0694	-	0,0361
Ilha Solteira	ALT1 (m)	0,2040	0,0278	0,0290	0,1159	0,2607	0,0399
	ALT2 (m)	0,5248	0,0955	0,0485	0,1939	0,6688	0,0815
	ALT3 (m)	0,9230	0,1045	0,0756	0,3026	1,1031	0,1212
	ALT4 (m)	1,4181	0,1435	0,1322	0,5289	1,6938	0,1993
	DMC (m)	0,2427	0,0216	0,0283	0,1131	0,2926	0,0391
	DA3 (cm)	2,8307	0,2523	0,1922	0,7687	3,2753	0,3190
	FORM	2,6548	0,0088	0,1761	0,7043	2,8397	0,2510
	ESP (mm)	8,3774	0,8579	1,6410	6,5640	10,8763	2,0433
	DBC (g/cm ³)	0,0069	0,0003	0,0020	0,0079	0,0092	0,0023
	N (g/kg)	-	3,0430	0,6627	2,6506	-	1,2712
	P (g/kg)	-	0,0381	0,0024	0,0096	-	0,0100
	K (g/kg)	-	6,1008	0,4099	1,6395	-	1,6300
	Ca (g/kg)	-	5,9550	0,5009	2,0037	-	1,6919
	Mg (g/kg)	-	0,3551	0,0852	0,3410	-	0,1562
	S (g/kg)	-	0,0411	0,0005	0,0020	-	0,0087

(1) variâncias dentro ($\hat{\sigma}_d^2$), do erro entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$) entre progênies ($\hat{\sigma}_p^2$), aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$) e fenotípica em nível de plantas ($\hat{\sigma}_f^2$); fenotípica em nível de média ($\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2$).

TABELA 10A. Estimativas das variâncias em nível de média encontradas para os caracteres silviculturais e nutricionais, envolvendo os dois experimentos, de jacarandá-caroba, sendo um intercalando com a população de gonçalo-alves de Selvíria, MS (EXP-1) e o outro com a de Ilha Solteira, SP (EXP-2), em Selvíria -MS.

Exp.	Caracteres	Variâncias ⁽¹⁾					
		$\hat{\sigma}_d^2$	$\hat{\sigma}_e^2$	$\hat{\sigma}_p^2$	$\hat{\sigma}_a^2$	$\hat{\sigma}_f^2$	$\hat{\sigma}_F^2$
EXP-1	ALT1 (m)	0,2168	0,0355	0,0296	0,1182	0,2818	0,0413
	ALT2 (m)	0,5961	0,1425	0,0933	0,3730	0,8318	0,1346
	ALT3 (m)	0,9841	0,0810	0,1234	0,4938	1,1885	0,1630
	ALT4 (m)	0,8945	0,0400	0,1368	0,5471	1,0711	0,1642
	DMC (m)	0,2721	0,0406	0,0123	0,0493	0,3250	0,0263
	DA3 (cm)	3,1798	0,1489	0,2944	1,1777	3,6231	0,3935
	FORM	2,6589	0,1186	0,1012	0,4050	2,8787	0,1830
	ESP (mm)	2,4001	0,2794	0,4098	1,6393	3,0900	0,5180
	DBC	0,0067	0,0043	0,000	0,000	0,0108	0,0009
	N (g/kg)	-	2,3849	0,3181	1,2723	-	0,7950
	P (g/kg)	-	0,0925	0,0153	0,0611	-	0,0338
	K (g/kg)	-	9,5177	0,3478	1,3914	-	2,2514
	Ca (g/kg)	-	4,4845	0,6939	2,7758	-	1,5909
	Mg (g/kg)	-	0,57788	0,1303	0,5214	-	0,2461
	S (g/kg)	-	0,1057	0,0196	0,0783	-	0,0407
EXP-2	ALT1 (m)	0,2041	0,0381	0,0320	0,1281	0,2743	0,0439
	ALT2 (m)	0,5777	0,0723	0,0842	0,3366	0,7342	0,1110
	ALT3 (m)	0,9033	0,0481	0,1302	0,5206	1,0816	0,1586
	ALT4 (m)	0,7242	0,0550	0,1003	0,4012	0,8795	0,1264
	DMC (m)	0,2648	0,0354	0,0240	0,0962	0,3242	0,0366
	DA3 (cm)	2,7818	0,1698	0,2065	0,8260	3,1581	0,2983
	FORM	2,7605	0,1199	0,0819	0,3276	2,9623	0,1633
	ESP (mm)	2,2390	0,2268	0,3479	1,3918	2,8138	0,4399
	DBC	0,0060	0,0028	0,0000	0,0000	0,0086	0,0005
	N (g/kg)	-	3,4864	0,1867	0,7468	-	0,8840
	P (g/kg)	-	0,0684	0,0022	0,0087	-	0,0158
	K (g/kg)	-	10,6178	0,3548	1,4192	-	2,4784
	Ca (g/kg)	-	4,6584	0,5620	2,2479	-	1,4936
	Mg (g/kg)	-	0,3789	0,0223	0,0894	-	0,0981
	S (g/kg)	-	0,0558	0,0063	0,0251	-	0,0174

(1) variâncias dentro ($\hat{\sigma}_d^2$), do erro entre parcelas ($\hat{\sigma}_e^2$) entre progênies ($\hat{\sigma}_p^2$), aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$) e fenotípica em nível de plantas ($\hat{\sigma}_f^2$); fenotípica em nível de média ($\hat{\sigma}_F^2$).

TABELA 11A. Quadrados médios da análise individual para repetições (R), família (F) e erro (E), para alguns caracteres silviculturais para duas populações de gonçalo-alves, Selvíria, MS e Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS.

População de Selvíria											
Caracteres silviculturais											
FV	GL	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	SOB ⁽¹⁾
R	4	3,1060**	6,5692**	8,0216**	11,4879**	1,2323**	16,5458**	2,8113**	55,8731**	0,0050**	5,2493**
F	29	0,0741**	0,2642**	0,4871**	0,8912**	0,1307**	1,3431**	1,0412**	5,6250**	0,0012 ^{ns}	0,5923 ^{ns}
E	116	0,0386	0,0909	0,1491	0,2190	0,0479	0,4716	0,3335	1,5185	0,0010	0,5381
População de Ilha Solteira											
Caracteres silviculturais											
FV	GL	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	SOB ⁽¹⁾
R	4	1,0298**	3,1226**	4,9210**	4,9729**	1,3525**	6,2356**	0,8106**	25,1587**	0,0126**	10,0784**
F	29	0,1994**	0,4077**	0,6061**	0,9967**	0,1954**	1,5948**	1,2552**	10,2166**	0,0113**	1,4333 ^{ns}
E	116	0,0544	0,1652	0,2279	0,3356	0,0540	0,6339	0,3748	2,0117	0,0014	0,9805

1- dados transformados em $(\sqrt{x+0,5})$; ns - valores de F não significativos; (*) - valores de F significativos em nível de 5% de probabilidade; (**) - valores de F significativos em nível de 1% de probabilidade.

TABELA 12A. Quadrados médios da análise individual para repetições (R), família (F) e erro (E), para os caracteres nutricionais para duas populações de gonçalo-alves, Selvíria, MS e Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS.

População de Selvíria							
Caracteres nutricionais							
FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
R	4	1,8087	0,9590**	391,524**	108,903**	4,7040**	1,5987**
F	29	10,0769	0,0812	8,3404	15,0078	0,3155	0,1806
E	116	6,6337	0,0699	9,6769	10,6963	0,6559	0,0938
População de Ilha Solteira							
Caracteres nutricionais							
FV	GL	N	K	P	Ca	Mg	S
R	4	122,429**	1,5755**	111,663**	73,3187**	1,1291**	0,4228**
F	29	6,3562**	0,0499	8,1501	8,4595	0,7814	0,0436
E	116	3,04296	0,0381	6,1008	5,9550	0,3551	0,0411

(**) - valores de F significativos em nível de 1% de probabilidade.

TABELA 13A. Quadrados médios da análise individual para repetições (R), família (F) e erro (E), para os caracteres silviculturais para uma população de jacarandá-caroba, em dois experimentos, um intercalando com a população de gonçalo-alves de Selvíria, MS e o outro com a de Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS .

EXP-1											
Caracteres silviculturais											
FV	GL	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	SOB ⁽¹⁾
R	4	1,8381**	9,1991	9,2272**	4,8195**	1,8095**	6,5573**	1,6738**	4,5158**	0,0017	1,7359**
F	29	0,2066**	0,6730	0,8149**	0,8209**	0,1316**	1,9675**	0,9148**	2,5901**	0,0044	0,3642
E	11	0,0589	0,2067	0,1977	0,1371	0,0700	0,4953	0,4086	0,5409	0,0050	0,3193
EXP-2											
Caracteres silviculturais											
FV	GL	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	SOB ⁽¹⁾
R	4	1,5567**	6,7060**	4,6310**	4,7652**	0,6389**	4,5617**	4,6753**	0,6644	0,1292**	0,1651
F	29	0,2196**	0,5548**	0,7928**	0,6319**	0,1832**	1,4913**	0,8167**	2,1993**	0,0025	0,1793**
E	11	0,0595	0,1340	0,1420	0,1304	0,0630	0,4588	0,4072	0,3815	0,0034	0,0703

1- dados transformados em $(\sqrt{x+0,5})$; * - valores de F significativos em nível de 5% de probabilidade; (**) - valores de F significativos em nível de 1% de probabilidade

TABELA 14A. Quadrados médios da análise individual para repetições (R), família (F) e erro (E), para os caracteres nutricionais para uma população de jacarandá-caroba, em dois experimentos, um intercalando com a população de gonçalo-alves de Selvíria, MS e o outro com a de Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS.

EXP-1							
Caracteres nutricionais							
FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
R	4	7,9192*	0,2185	14,6289	38,0542**	0,4893	0,4634**
F	29	3,9753*	0,1689*	11,2569	7,9543*	1,2305**	0,2035**
E	116	2,3849	0,0925	9,5177	4,4845	0,5788	0,1057
EXP-2							
Caracteres nutricionais							
FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
R	4	14,9056**	1,3897**	16,2423	41,1904**	2,4210**	1,8708**
F	29	4,4200	0,0793	12,3918	7,4682*	0,4906	0,0871
E	116	3,4864	0,0684	10,6178	4,6584	0,3789	0,0558

(*) - valores de F significativos em nível de 5% de probabilidade; (**) - valores de F significativos em nível de 1% de probabilidade.

TABELA 15A. Quadrados médios da análise conjunta para repetições dentro de populações (R/P), população (P), famílias dentro de população (F/P), família dentro da população de Ilha Solteira (F/Pi), para família dentro da população de Selvíria (F/Ps) e erro médio (E/P) para os caracteres silviculturais de duas populações de gonçalo alves, Selvíria, MS e Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS.

FV	G	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	SOB ⁽¹⁾
R/P	8	2,0679**	4,8459**	6,4713**	8,2304**	1,2924**	11,3907**	1,8109**	40,5159**	0,0094**	7,6638**
P	1	1,1204	2,3760	6,9603	10,1780	0,4429	16,7955	2,0378	75,8897	0,0765	0,4790
F/Pi	29	0,1994**	0,4077**	0,6061**	0,9967**	0,1954**	1,5948**	1,2552**	10,2166**	0,0113**	1,4333
F/Ps	29	0,0741**	0,2642**	0,4871**	0,8912**	0,1307**	1,3431**	1,0412**	5,6250**	0,0012	0,5923
F/P	58	0,1367**	0,3359**	0,5466**	0,9440**	0,1631**	1,4689**	1,1482	7,9208**	0,0109**	1,0128
E/P	23	0,0465	0,1281	0,1885	0,2773	0,0510	0,5527	0,3542	1,7651	0,0017	0,7593

1- dados transformados em $(\sqrt{x + 0,5})$; (**) - valores de F significativos em nível de 1% de probabilidade.

TABELA 16A. Quadrados médios da análise conjunta para repetições dentro de experimentos (R/S), entre experimentos (S), entre famílias (F), famílias x experimento (FxS) e do erro médio (E/S) para os caracteres silviculturais de uma população de jacarandá-caroba, em dois experimentos, um sendo intercalado com a população de gonçalo-alves de Selvíria, MS e o outro com a de Ilha Solteira, SP, Selvíria -MS.

FV	GL	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	DMC	DA3	FORM	ESP	DBC	SOB ⁽¹⁾
R/S	8	1,6974**	7,9525**	6,9291**	4,7923**	1,2242**	5,5595**	3,1746**	2,5901**	0,0073	0,9505**
S	1	0,0473	0,0081	0,0023	0,0005	1,2364	3,1420	0,6489	0,2882	0,0181	1,6916
F	29	0,3756**	1,0556**	1,4234**	1,2336**	0,2282**	2,9608**	1,1688**	4,3788**	0,0036*	0,2666
FxS	29	0,0506	0,1722	0,1843	0,2190*	0,0866	0,4980	0,5628	0,4106	0,0032	0,2769
E/S	232	0,0592	0,1703	0,1698	0,1337	0,0665	0,4771	0,4079	0,5002	0,0042	0,1948

1- dados transformados em $(\sqrt{x + 0,5})$; (**) - valores de F significativos em nível de 1% de significância.



TABELA 17A. Quadrados médios da análise conjunta para repetições dentro de populações (R/P), entre populações (P), entre famílias (F), famílias dentro de populações (F/P), do erro médio (E/P), para família dentro da população de Ilha Solteira (F/Pgi) e para família dentro da população de Selvíria (F/Pgs) para os caracteres nutricionais de duas populações de gonçalo alves, Selvíria, MS e Ilha Solteira, SP, em Selvíria -MS.

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
R/P	8	62,119**	1,2673**	251,593**	91,1106**	2,9166**	1,0108**
P	1	0,2411	0,8134	302,806	241,203*	1,0740	5,9463*
F/P	58	8,2165**	0,0656	8,2452	11,7337*	0,5485	0,1121**
F/Pi	29	6,3562	0,0499	8,1501	8,4596	0,7815*	0,0436
F/Ps	29	10,0769**	0,0812*	8,3403	15,0078**	0,3155	0,1806
E/P	232	4,8384	0,0540	7,8889	8,3257	0,5055	0,2597

(*) - valores de F significativos em nível de 5% de probabilidade; (**) - valores de F significativos em nível de 1% de probabilidade.

TABELA 18A. Quadrados médios da análise conjunta para repetições dentro de experimentos (R/S), entre experimentos (S), entre famílias (F), famílias x experimento (FxS) e do erro médio (E/S) para os caracteres nutricionais de uma população de jacarandá-caroba, em dois experimentos, um sendo intercalado com a população de gonçalo-alves de Selvíria, MS e o outro com a de Ilha Solteira, SP, Selvíria - MS.

FV	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
R/S	8	11,4124**	0,0804**	15,4356	39,622**	1,4552**	1,1671**
S	1	2,8334	0,1226	334,5408*	86,747	12,4946**	5,5891**
F	29	5,0874*	0,1671**	13,4046	11,413**	1,0835**	0,1701**
FXS	29	3,3079	0,0812	10,2441	4,0096	0,6375	0,1206
E/S	232	2,9357	0,0805	10,0678	4,5715	0,4788	0,0807

(*) - valores de F significativos em nível de 5% de probabilidade; (**) - valores de F significativos em nível de 1% de probabilidade.

TABELA 19A. Localização das progênies das populações de gonçalo-alves de Selvíria-MS e da de Ilha Solteira-SP.

Progênies	Selvíria-MS			Ilha Solteira-SP		
	Altitude	Latitude	Longitude	Altitude	Latitude	Longitude
1	380	20°21'17,9"	51°24'51,9"	264	20°25'18,1"	51°11'18,5"
2	380	20°20'56,1"	51°24'49,9"	301	20°24'24,9"	51°06'07,7"
3	374	20°20'53,6"	51°24'50,1"	418	20°23'50,1"	51°05'01,0"
4	383	20°20'51,7"	51°24'51,2"	399	20°21'35,6"	51°01'14,2"
5	364	20°20'49,4"	51°24'51,0"	358	20°20'05,8"	50°58'39,0"
6	358	20°20'47,6"	51°24'51,9"	384	20°19'36,0"	50°57'47,8"
7	344	20°20'44,5"	51°24'50,3"	460	20°18'47,1"	50°56'24,1"
8	395	20°20'41,0"	51°24'52,3"	401	20°18'45,2"	50°56'22,3"
9	344	20°20'40,7"	51°24'54,3"	375	20°18'43,6"	50°56'18,0"
10	394	20°20'39,0"	51°24'50,4"	378	20°18'39,4"	50°56'12,4"
11	397	20°20'28,8"	51°24'51,4"	398	20°17'38,5"	50°55'17,6"
12	460	20°19'32,1"	51°24'49,0"	313	20°17'24,3"	50°55'06,7"
13	430	20°19'39,8"	51°24'47,7"	366	20°17'15,9"	50°55'02,7"
14	420	20°19'19,7"	51°24'52,5"	315	20°17'14,4"	50°55'01,0"
15	427	20°19'03,3"	51°24'58,7"	287	20°16'42,6"	50°54'48,5"
16	410	20°19'01,2"	51°25'00,0"	296	20°16'19,6"	50°54'47,9"
17	411	20°18'57,7"	51°24'59,1"	396	20°12'55,8"	50°54'33,0"
18	350	20°18'57,0"	51°25'02,9"	404	20°12'06,6"	50°53'16,7"
19	384	20°18'54,9"	51°25'01,4"	-	20°36'50,8"	51°04'13,5"
20	352	20°18'51,7"	51°25'01,1"	366	20°36'51,8"	51°03'25,7"
21	402	20°18'48,6"	51°25'04,3"	341	20°36'52,9"	51°03'16,1"
22	435	20°18'42,4"	51°25'06,6"	379	20°36'56,3"	51°02'02,7"
23	285	20°18'38,5"	51°25'06,8"	449	20°36'56,7"	51°02'01,1"
24	450	20°18'28,3"	51°25'11,2"	280	20°36'56,0"	51°01'53,5"
25	381	20°18'27,2"	51°25'11,3"	397	20°37'14,0"	50°55'16,5"
26	378	20°18'26,5"	51°25'11,2"	-	20°36'49,0"	50°51'28,2"
27	405	20°18'23,2"	51°25'12,1"	461	20°36'45,5"	50°51'10,4"
28	441	20°18'20,4"	51°25'11,1"	483	20°36'55,3"	50°47'27,8"
29	391	20°18'16,3"	51°25'08,1"	463	20°37'09,3"	50°46'05,9"
30	257	20°17'56,7"	51°24'57,3"	398	20°37'24,5"	50°46'00,8"

TABELA 20A. Resultado da análise de solo, na profundidade de 0-20 cm, na implantação do experimento.

Local	P resina	M.O	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
	mg/cm ³	g/dm ³	CaCl ₂								%
	mmol./100 cm ³										
Linha	9	26	4,5	2,3	13	7	47	5,0	23	70	32
Entre linha	7	24	4,1	1,6	09	2	58	9,0	12	70	17

TABELA 21A. Valores obtidos de macroporosidade (%), microporosidade(%), porosidade total (%) e densidade do solo (g/cm³) do local do experimento, 3 anos após o plantio.

Caracteres	Profundidades (cm)		
	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,40
Macroporosidade (%)	22,44	22,87	21,64
Microporosidade (%)	30,75	31,11	32,47
Porosidade total (%)	51,65	47,47	46,56
Densidade (g/ cm ³)	1,24	1,37	1,38

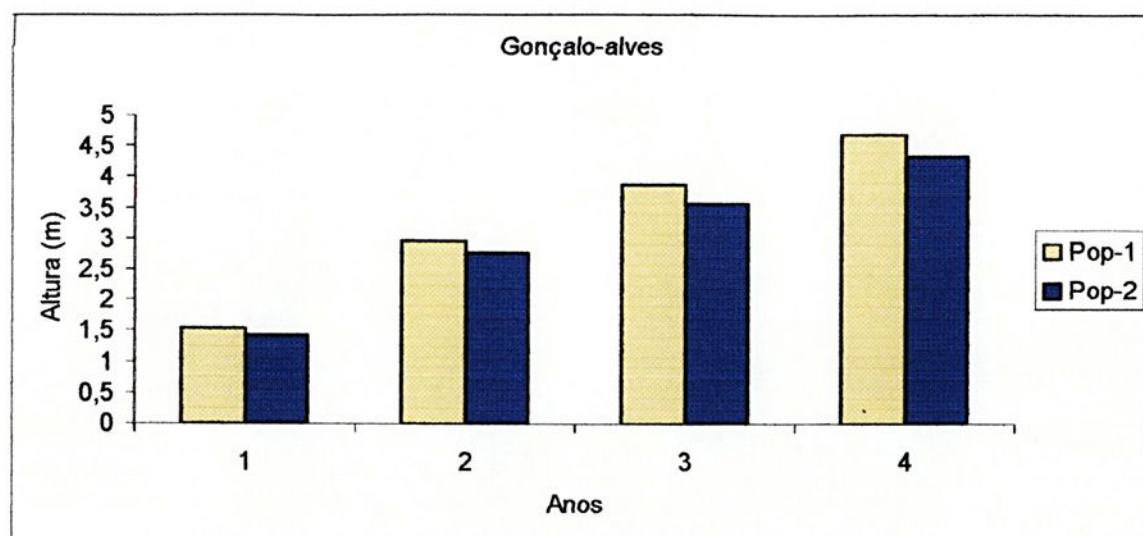


FIGURA 1A. Médias de altura das duas populações de gonçalo-alves, Selvíria-MS (Pop-1) e Ilha Solteira-SP (Pop-2) aos quatro primeiros anos após o plantio (ALT1, ALT2, ALT3 e ALT4).

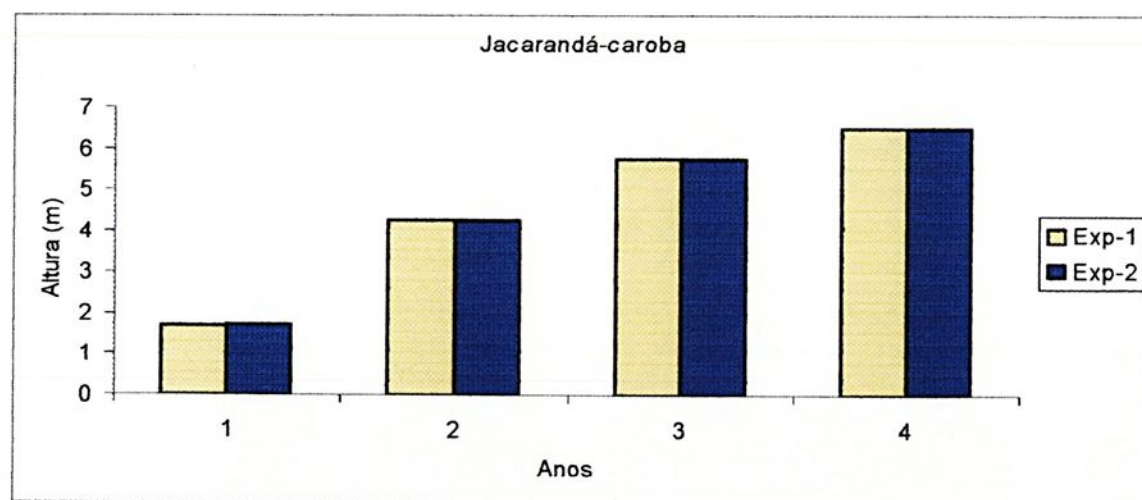
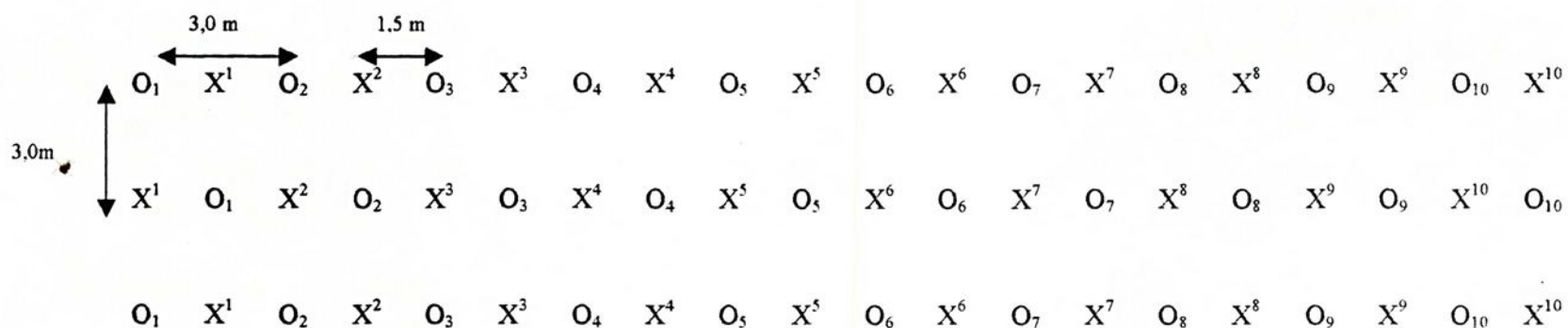


FIGURA 2A. Médias de altura da população de jacarandá-caroba nos dois experimentos, um intercalando a população de gonçalo-alves, Selvíria-MS e outro de Ilha Solteira-SP aos quatro primeiros anos após o plantio (ALT1, ALT2, ALT3 e ALT4).



“O”= gonçalo-alves

“X”= jacarandá-caroba

FIGURA 3A. Disposição das plantas de gonçalo-alves e jacarandá-caroba no campo.

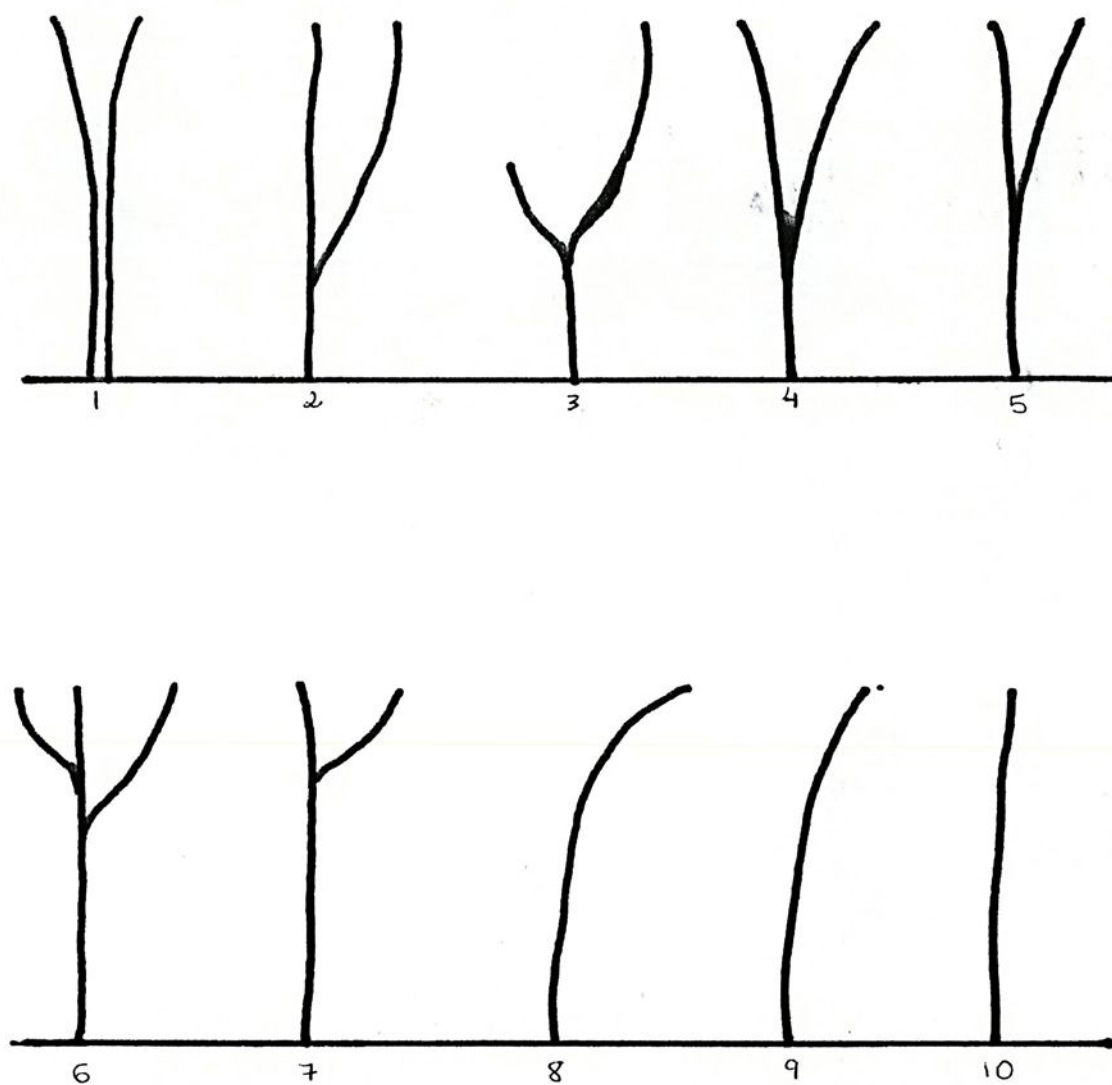


FIGURA 4A. Escala de notas para avaliação de forma de fuste de gonçalo-alves para as duas populações, variando de 1 a 10.

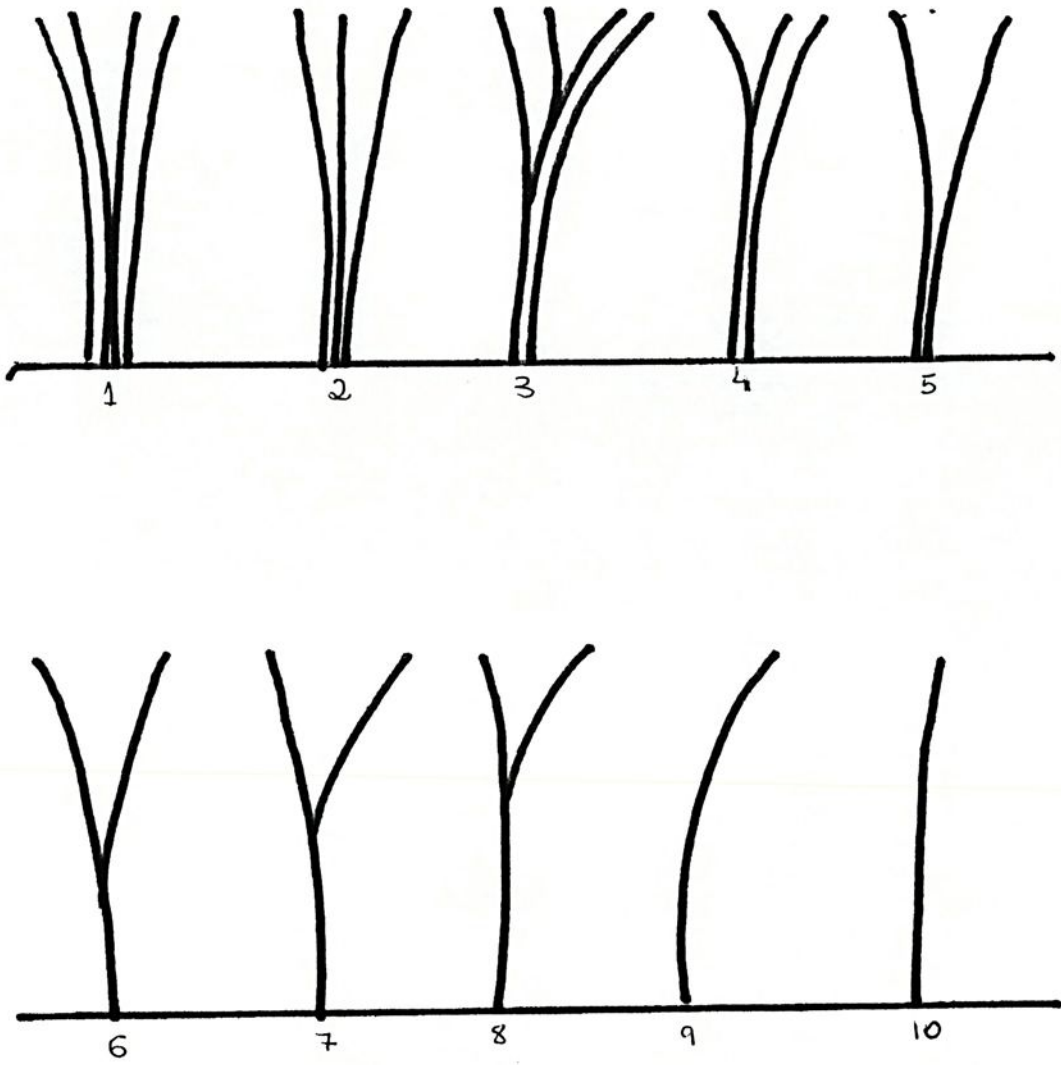


FIGURA 5A. Escala de notas para avaliação de forma de fuste de jacarandá-caroba para os dois experimentos, variando de 1 a 10.

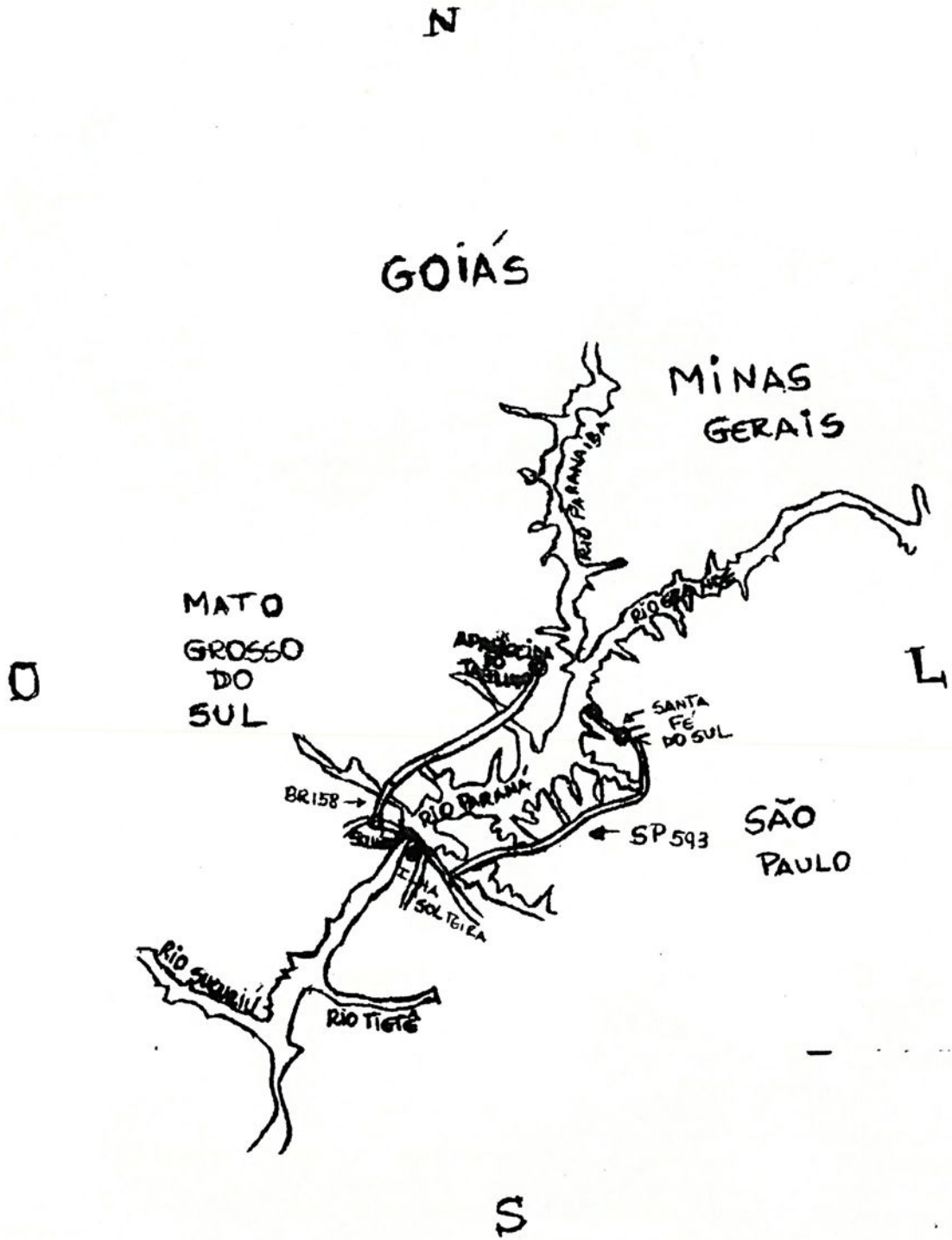


FIGURA 6A: Mapa dos locais de colheita das sementes das populações estudadas.

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

