

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

MAIARA RIBEIRO CORNACINI

Desbaste seletivo de um teste de procedências e progênies de *Astronium fraxinifolium* e *Jacaranda cuspidifolia* com base na variação genética de caracteres quantitativos

Ilha Solteira
2016

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MAIARA RIBEIRO CORNACINI

Desbaste seletivo de um teste de procedências e progênes de *Astronium fraxinifolium* e *Jacaranda cuspidifolia* com base na variação genética de caracteres quantitativos

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Agronomia. Especialidade: Sistema de produção.

Prof^a. Dr^a. Ananda Virginia de Aguiar
Orientadora

Ilha Solteira
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Cornacini, Maiara Ribeiro.

C812d Desbaste seletivo de um teste de procedências e progênies de *Astronium fraxinifolium* e *Jacaranda cuspidifolia* com base na variação genética de caracteres quantitativos / Maiara Ribeiro Cornacini. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
74 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistema de Produção, 2016

Orientador: Ananda Virginia de Aguiar
Inclui bibliografia

1. *Astronium fraxinifolium* Schott (Gonçalo-Alves) . 2. *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (Jacarandá-Caroba). 3. Conservação genética de espécies arbóreas . 4. Parâmetros genéticos. 5. Divergência genética. 6. Pomar de sementes por muda (PSM).



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DESBASTE SELETIVO DE UM TESTE DE PROCEDÊNCIAS
E PROGENIES DE *Astronium fraxinifolium* E *Jacaranda*
cuspidifolia COM BASE NA VARIÇÃO GENÉTICA DE CARACTERES
QUANTITATIVOS
AUTORA: MAIARA RIBEIRO CORNACINI
ORIENTADORA: ANANDA VIRGÍNIA DE AGUIAR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA,
especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. ANANDA VIRGÍNIA DE AGUIAR
Câmpus Samambaia / Embrapa Florestas


Prof. Dr. JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. KARINA MARTINS
Departamento de Biologia / Universidade Federal de São Carlos

Ilha Solteira, 10 de agosto de 2016.

DEDICO

Ao meu pai João Roberto, minha mãe Maria, por minha vida, por todo amor, carinho, paciência, ensinamentos e dedicação em todos estes anos. Ao meu irmão Caio pelo companheirismo de sempre.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha vida, por estar iluminando meus caminhos sempre, concedendo-me perseverança e sabedoria acima de tudo.

À Prof^a Dr^a Ananda Virginia de Aguiar, pela orientação, por todos os ensinamentos partilhados, pela paciência e incentivo durante todo esse período. Exemplo de competência, dedicação e superação. Obrigada pela confiança, apoio e por contribuir para efetivação de mais uma etapa de minha vida acadêmica.

Ao Prof. Dr. Mário Luiz Teixeira de Moraes pelos ensinamentos e incentivo desde a graduação, pelas oportunidades que me ofereceu durante toda essa minha jornada. Exemplo de competência e dedicação à pesquisa que são incentivadores.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), aos seus docentes e funcionários pela oportunidade de realizar o mestrado e infraestrutura oferecida.

Aos professores, por contribuírem com minha formação acadêmica, em especial, aos professores da pós-graduação, Prof. Dr. Alan Rodrigo Panosso, Prof. Dr. Alexandre Magno Sebbenn, Prof^a Dr^a Ananda Virginia de Aguiar, Prof. Dr. Bruno Ettore Pavan, Prof. Dr. João Antônio da Costa Andrade, Prof. Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes e Prof. Dr. Miguel Luiz Menezes de Freitas, que compartilharam seus ensinamentos e paixão pela pesquisa, com certeza importantes para concretização desse trabalho e para minha vida profissional.

Aos membros das bancas examinadoras do exame de qualificação e defesa, Prof. Dr. Alan Rodrigo Panosso, Prof^a Dr^a Daniela Silvia de Oliveira Canuto, Prof. Dr. João Antônio da Costa Andrade e Prof^a Dr^a Karina Martins, pela colaboração e sugestões. Vocês contribuíram para o aperfeiçoamento desse trabalho e para meu crescimento acadêmico.

Aos funcionários e técnicos da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FEIS/UNESP pela colaboração e auxílio na pesquisa de campo, ensinamentos de pesquisa e de vida, pelos momentos de alegrias durante todo o período de coleta, respeito e carinho que sempre me trataram, em especial, ao José Cambuim, Alexandre Marques da Silva, Alonso A. da Silva, César Seleguin, Juliano Borges de Abreu, Manoel F. R. Bonfim e ao Billy (in memoriam) que sempre nos levava a área com muita disposição.

A equipe do Laboratório de Genética de Populações e Silvicultura que sempre auxiliavam no campo, nos mutirões para plantios e coleta de dados, e nos trabalhos no laboratório de composição química. Em especial, gostaria de agradecer a Técnica Selma Maria Bozzite de Moraes que sempre me apoiou e incentivou, sempre ajudando no que fosse possível, pelo carinho, amizade e colaboração durante esses anos.

Aos que compartilharam toda essa experiência, contribuindo de alguma forma, seja durante as disciplinas, com a realização do trabalho ou dividindo suas vidas comigo: Angélica, Camila, Cecília, Danilla, Daniela, Daniele, Diana, Diego, Eriquinha, Leonardo, Letícia, Fabrício, Francine, Hugo, Kelly, Marcela Maróstica, Marcela Moraes, Marília, Marcos, Maximiliano, Pablo, Patrícia, Renan, Samara, Silvelise, Thaísa, Thiago, Wanderley e William. Também aos amigos que estão longe mais que sempre se fizeram presente. Obrigada a todos pela amizade, incentivo e pelos muitos momentos de descontração. Principalmente a irmã que Ilha Solteira me deu, Janaína, muito obrigada por toda amizade e apoio ao longo desses anos.

A todos aqueles que não foram citados, mais que sem dúvida contribuíram de alguma forma para meu crescimento profissional e pessoal.

Tenho muita sorte e agradeço a cada um que cruzou meu caminho. Sem cada momento vivido, histórias contadas, histórias compartilhadas, experiências e ensinamentos essa jornada não faria sentido.

A todos, meus sinceros agradecimentos! Muito Obrigada!

“(...) qualquer um, independente das habilitações que tenha, ao menos uma vez na vida, fez ou disse coisas muito acima da sua natureza e condição, e se a essas pessoas pudéssemos retirar do cotidiano pardo em que vão perdendo os contornos, ou elas, a si próprias por violência se retirassem de malhas ou prisões, quantas mais maravilhas seriam capazes de obrar, que pedaços de conhecimento profundo poderiam comunicar, porque cada um de nós sabe infinitamente mais do que julga e cada um dos outros infinitamente mais do que neles aceitamos reconhecer.”

José Saramago – A Jangada de Pedra

RESUMO

O objetivo do trabalho foi propor um desbaste seletivo visando o manejo de um teste de progênies e procedências de *Astronium fraxinifolium* Schott e *Jacaranda cuspidifolia* Mart com base no conhecimento da variabilidade genética, visando a conservação do seu potencial genético para fins comercial e ambiental. O teste foi instalado em 1996 em Selvíria-MS, sendo o delineamento experimental utilizado de blocos completos casualizados. Foram utilizados 60 tratamentos (progênies) sendo 30 da procedência de Ilha Solteira-SP e 30 da de Selvíria-MS com cinco repetições para *A. fraxinifolium* e 30 tratamentos e 10 repetições para *J. cuspidifolia*. As parcelas do experimento foram instaladas, obedecendo a uma disposição linear, com 10 plantas por parcela, no espaçamento de $3 \times 1,5$ m, em plantio alternado. Foram mensurados os caracteres silviculturais das duas espécies aos 18 anos após o plantio e a sexagem dos indivíduos de *A. fraxinifolium*. As estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos foram obtidas empregando-se o software genético-estatístico SELEGEN-REML/BLUP. Para investigar a divergência genética utilizou-se as distâncias de Mahalanobis e o agrupamento por otimização de Tocher. Detectou-se diferenças significativas entre procedências para os caracteres DAP (diâmetro a altura do peito) e ALT (altura total da planta), entre e dentro de progênies para todos os caracteres de crescimento, exceto FOR (forma de fuste) dentro de progênies em *A. fraxinifolium*. O coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies variou de 0,59 a 0,89 e a herdabilidade individual de 0,14 a 0,35. A acurácia foi alta ($> 0,65$) e os coeficientes de variação genética foram maiores que 5,6. A porcentagem de indivíduos em floração nas procedências de Ilha Solteira e Selvíria de *A. fraxinifolium* foram de 11% e 16%, respectivamente, com predominância de indivíduos com flores masculinas. As progênies de *A. fraxinifolium* de Ilha Solteira e Selvíria foram agrupadas em oito e quatro grupos e as progênies de *J. cuspidifolia* em seis grupos pela otimização de Tocher. A estratégia de seleção dentro de progênies, com seleção de 50% dos indivíduos com base no caráter DAP, revelou baixos ganhos na seleção, porém é a mais indicada para esse teste, pois não alterará a variabilidade genética da população e diminuirá a probabilidade de cruzamentos entre parentes. Essa proposta de desbaste seletivo é mais adequada visto que a porcentagem de indivíduos em florescimento é baixa, o que inviabiliza a sexagem completa do teste, e, conseqüentemente, as estimativas mais acuradas de parâmetros genéticos como o tamanho efetivo populacional.

Palavras-chave: Conservação genética. Espécies nativas. Manejo florestal. Gonçalves. Jacarandá caroba.

ABSTRACT

The aim is to propose a management plan for progeny and provenance tests of *Astronium fraxinifolium* Schott and *Jacaranda cuspidifolia* Mart. It will be based on knowledge of genetic variability in an effort to promote the conservation of their genetic potential for commercial and environmental purposes. The test was originally installed in 1996 in Selvíria, Mato Grosso do Sul (MS) using an experimental design of randomized complete block design. We applied a total of 30 treatments (progenies) of provenance in Ilha Solteira, São Paulo (SP) and 30 treatments of provenance in Selvíria, MS with five repetitions for *A. fraxinifolium* and 30 treatments and 10 repetitions for *J. cuspidifolia*. The experimental plots were installed in a linear array, with 10 plants per plot, spaced $3 \times 1.5\text{m}$ in alternate plantings. The silvicultural traits of both species were measured from 18 years after planting and sex determination of *A. fraxinifolium* individuals. The estimates of variance components and genetic parameters were obtained by employing the genetic statistical software SELEGEN-REML / BLUP. To investigate the genetic diversity the Mahalanobis distances and grouping of Tocher optimization model was used. It detected significant differences among provenances for DAP and ALT, between and within progenies for all growth traits, except FOR within progenies in *A. fraxinifolium*. The heritability coefficient average level progenies ranged from 0.59 to 0.89 and individual heritability from 0.14 to 0.35. The accuracy was high (> 0.65) and the coefficient of genetic variations were higher than 5.6. From total number of *A. fraxinifolium* individuals of just 11% and 16% are in flowering from Ilha Solteira, SP and Selvíria, MS provenances, respectively; with a predominance of individuals with male flowers. The Mahalanobis distance was found at a maximum distance of 31.75 and a low of 0.23 between progenies. The *A. fraxinifolium* progenies of Ilha Solteira and Selvíria were grouped into eight and four groups. *J. cuspidifolia* progenies were grouped into six groups. The selection strategy within progenies, with selection of 50% of individuals based on DAP trait, revealed low gains in the selection. However, it is more suitable for this test because it does not alter the genetic structure of the population nor does it reduce the likelihood of crossings between relatives. Therefore, this proposal for selective thinning is most appropriate as the flowering percentage of individuals is low, making it impractical sex determination of total individuals. Consequently, the estimates of the parameters accurately as effect size.

Keywords: Genetic conservation. Native species. Forest management. Gonçalves. *Jacaranda caroba*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Árvores de <i>A. fraxinifolium</i> em florescimento, Selvíria –MS.....	17
Figura 2	- Flor feminina (flor pistilada) em A e Flor masculina (flor estaminada) em B de <i>A. fraxinifolium</i> , em teste de procedências e progênes, Selvíria-MS.....	17
Figura 3	- Cacho com inflorescência de flores masculinas (flores estaminadas) de <i>A. fraxinifolium</i> , Selvíria-MS.....	18
Figura 4	- Inflorescência (A) e flor (B) de <i>J. cuspidifolia</i>	19
Figura 5	- Vista aérea do experimento. Na área circulada o teste de progênes e procedências de <i>A. fraxinifolium</i> e teste de progênes de <i>J. cuspidifolia</i> , Selvíria- MS.....	28
Figura 6	- Esquema das disposições das árvores no teste de progênes misto com as espécies <i>A. fraxinifolium</i> e <i>J. cuspidifolia</i>	28
Figura 7	- Imagens da classificação da forma do fuste de <i>A. fraxinifolium</i> usadas na avaliação. Em A- tronco tortuoso à esquerda e um com retidão à direita; B- a circunferência do tronco; C- tronco com retidão e ampla copa.....	30
Figura 8	- Escala de notas para bifurcação, considerando um fuste de 2,20 m: 1: Bifurcação abaixo de 1,30 com diâmetro igual ao fuste principal; 2: Bifurcação acima de 1,30 com diâmetro igual ao fuste principal; 3: Bifurcação abaixo de 1,30 com diâmetro inferior ao fuste principal; 4: Bifurcação acima de 1,30 com diâmetro inferior ao fuste principal; 5: Sem bifurcação.....	31
Figura 9	- Escala de notas para retidão, considerando um fuste de 2,20 m: 1: Tortuosidade acentuada em toda extensão; 2: Tortuosidade acentuada abaixo de 1,30; 3: Tortuosidade acentuada acima de 1,30; 4: Leve tortuosidade em toda extensão; 5: Sem tortuosidade.....	31
Figura 10	- Árvores de <i>A. fraxinifolium</i> florescendo (A) e com folhagem (B). Selvíria-MS.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Análise de deviance para os caracteres silviculturais em um teste de progênes e procedências de <i>A. fraxinifolium</i> , aos 18 anos em plantio consorciado com progênes <i>J. cuspidifolia</i> , em Selvíria-MS.....	41
Tabela 2	- Estimativa de parâmetros genéticos para diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (ALT), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR) aos 18 anos de idade de um do teste de progênes e procedências de <i>A. fraxinifolium</i> em plantio consorciado com progênes <i>J. cuspidifolia</i> , instalado em 1996 no município de Selvíria-MS.....	44
Tabela 3	- Acima da diagonal correlação genética e abaixo a correlação fenotípica entre caracteres silviculturais aos 18 anos de idade de um teste de progênes e procedências de <i>A. fraxinifolium</i> em plantio consorciado com progênes <i>J. cuspidifolia</i> , instalado em 1996 no município de Selvíria-MS.....	45
Tabela 4	- Sexagem dos indivíduos e distribuição entre e dentro das progênes no teste de procedência e progênie de <i>A. fraxinifolium</i> em Selvíria-MS, 2014.....	47
Tabela 5	- Ganho na seleção baseado no DAP em progênes de <i>A. fraxinifolium</i> procedentes da região de Ilha Solteira-SP e Selvíria-MS e consorciado com progênes <i>J. cuspidifolia</i> , em duas condições: $k_f = k \neq 0$, $k_f = \forall k \neq 0$, aos 18 anos de idade em Selvíria – MS.....	50
Tabela 6	- Medidas de dissimilaridade (distâncias generalizadas de Mahalanobis = D^2) entre as progênes de <i>A. fraxinifolium</i> , aos 18 anos de idades, em Selvíria-MS.....	52
Tabela 7	- Formação de grupos com base no método de aglomeração (Otimização de Tocher) e médias de caracteres crescimento de progênes de <i>A. fraxinifolium</i> da procedência de Ilha Solteira, aos 18 anos, em Selvíria-MS.....	53
Tabela 8	- Formação de grupos com base no método de aglomeração (Otimização de Tocher) e médias de caracteres de crescimento de progênes de <i>A. fraxinifolium</i> da procedência de Selvíria, aos 18 anos, em Selvíria-MS.....	54
Tabela 9	- Estimativa de parâmetros genéticos para diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (ALT), diâmetro médio da copa (DMC) forma de fuste (FORM) e sobrevivência (SOB) aos 18 anos de idade de um teste de progênes de <i>J. cuspidifolia</i> , em plantio consorciado com progênes	58

	de <i>A. fraxinifolium</i> em Selvíria – MS.....	
Tabela 10	- Acima da diagonal encontram-se as correlações genéticas e abaixo as correlações fenotípicas entre caracteres silviculturais aos 18 anos de idade de um do teste de progênie de <i>J. cuspidifolia</i> em plantio consorciado com progênes <i>A. fraxinifolium</i> , município de Selvíria-MS.....	59
Tabela 11	- Estratégias de seleção para o caráter DAP em progênes de <i>J. cuspidifolia</i> consorciadas com progênes de <i>A. fraxinifolium</i> , em duas condições: $k_f = k \neq 0$, $k_f = \forall k \neq 0$, aos 18 anos de idade em Selvíria-MS.....	61
Tabela 12	- Distâncias generalizadas de Mahalanobis (D^2) entre as progênes de <i>J. cuspidifolia</i> , aos 18 anos de idades, em Selvíria-MS.....	63
Tabela 13	- Formação de grupos com base no método de aglomeração (Otimização de Tocher) e médias de caracteres de crescimento de progênes de <i>J. cuspidifolia</i> , aos 18 anos, em Selvíria-MS.....	64

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott. (Gonçalo-alves)	16
2.2	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart. (Jacarandá-caroba).....	18
2.3	Degradação do cerrado.....	19
2.4	Conservação genética de espécies arbóreas	21
2.5	Parâmetros genéticos.....	23
2.6	Divergência genética.....	24
2.7	Pomar de sementes por muda (PSM).....	25
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1	Material.....	27
3.2	Métodos.....	29
3.2.1	<i>Coleta de dados.....</i>	29
3.2.2	<i>Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos.....</i>	32
3.2.3	<i>Divergência genética.....</i>	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1	<i>Astronium fraxinifolium.....</i>	40
4.1.1	<i>Caracteres silviculturais.....</i>	40
4.1.2	<i>Parâmetros genéticos.....</i>	42
4.1.3	<i>Correlações fenotípicas e genéticas.....</i>	44
4.1.4	<i>Seleção de indivíduos.....</i>	45
4.1.5	<i>Divergência genética.....</i>	51
4.2	<i>Jacaranda cuspidifolia.....</i>	54
4.2.1	<i>Caracteres silviculturais.....</i>	54
4.2.2	<i>Parâmetros genéticos.....</i>	56
4.2.3	<i>Correlações fenotípicas e genéticas.....</i>	58
4.2.4	<i>Seleção de indivíduos.....</i>	59
4.2.5	<i>Divergência genética.....</i>	62
5	CONCLUSÃO.....	65
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

O potencial de crescimento, bem como a adaptação às diversas condições pedoclimáticas são alguns dos quesitos de interesse para uso de uma espécie em sistemas de produção e em áreas de recuperação ambiental. Essas características dependem, principalmente, da composição genética dos indivíduos fornecedores de sementes para formação dos plantios. A estimativa de parâmetros genéticos a partir de caracteres quantitativos fornece informações que auxiliam na tomada de decisão sobre o manejo seletivo de populações base ou melhoramento dessas espécies. Porém, a complexidade de fatores envolvidos na expressão de um fenótipo pode requerer estudos mais aprofundados considerando várias áreas da silvicultura e biologia, especificamente as relacionadas ao melhoramento genético e manejo. Além disso, o desmatamento e a fragmentação florestal são constantes, tornando-os um dos maiores problemas ambiental brasileiro.

Na tentativa de conter essa acelerada perda da diversidade biológica, várias medidas foram tomadas nos últimos anos, tanto pelo poder público quanto pela pesquisa científica e tecnológica. Essas medidas foram tomadas de acordo com o crescimento da preocupação com questões ambientais globais nas últimas décadas. Ainda assim, são alarmantes as taxas de desmatamento e extinção de espécies, uso ilegal de recursos biológicos e perda de conhecimentos tradicionais associados, sendo necessário que essas medidas sejam de fato executadas e que haja novas estratégias de práticas sustentáveis de uso dos recursos naturais (JAHNEL, 2008; GANEM, DRUMMOND, 2010; GANEM, DRUMMOND, FRANCO, 2013; AMARAL, s/d).

O poder público e as pesquisas científicas e tecnológicas recomendam a utilização de espécies nativas (TANG et al., 2007; BOZZANO et al., 2014; SÃO PAULO, 2015) e com variabilidade genética (BREEED et al., 2012) na recuperação de áreas degradadas, em áreas de proteção permanente e matas ciliares. Para que a restauração de um ecossistema seja eficaz não basta a sobrevivência de um grande número de indivíduos a curto prazo, e sim a recuperação da capacidade natural das espécies para se regenerar. Dessa maneira, o ecossistema será autossustentável, sobrevivendo a longo prazo e capaz de se adaptar, continuando seu processo evolutivo, principalmente na iminência de mudanças nos padrões climáticos (BREED et al., 2012; BROADHURST, 2012; LI et al., 2012; THOMAS et al., 2014). Ainda assim, algumas áreas são tão exploradas que as espécies florestais que as compõem são encontradas, restritamente, à margem de rodovias ou em pequenas reservas ecológicas, um exemplo é o gonçalo alves - *Astronium fraxinifolium*, que habita naturalmente

a região de transição de Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado (LORENZI, 1998; AGUIAR, 2001). Atualmente, em condições naturais encontram-se poucos indivíduos dessa espécie (SANTOS et al., 2007). A excelente qualidade da sua madeira foi um dos motivos que contribuíram para sua exploração. Essa é dura, pesada e durável, muito usada na construção civil e naval e também utilizada na fabricação de mobiliário de luxo, balaústres, corrimões e portas nobres (LORENZI, 1998; NETO, 2009). Portanto, somente a conservação “in situ” não contribui para sua sobrevivência em habitats totalmente degradados e desconectados. Além disso, de acordo com a Portaria IBAMA n. 37-N, de 3 de abril de 1992 (IBAMA, 1992), a espécie *A. fraxinifolium* está ameaçada de extinção fazendo-se necessário a conservação *ex situ* e a elaboração de estratégias que garantam a conservação da espécie e da sua variabilidade genética.

Uma espécie que se encontra naturalmente associada com *A. fraxinifolium* é o *Jacaranda cuspidifolia*. Espécie com grande capacidade de adaptação no bioma Mata Atlântica Semidecidual e no Cerrado e usada em reflorestamentos ambientais e paisagismo, na arborização e ornamentação de ruas, principalmente devido à beleza de suas flores arroxeadas (LORENZI, 1998; DUTRA et al., 2015;). Ela também é indicada para plantios em sistema silvipastoril (MELOTTO et al., 2009). Como outras espécies nativas o gênero *Jacaranda* possui substâncias farmacológicas com significativo potencial para tratamentos de doenças tropicais (GACHET; SCHÜHLY, 2009; ARRUDA et al., 2011).

Apesar do Brasil estar entre os países de maior biodiversidade florestal, abrigando diversos biomas com grande número de espécies endêmicas, o uso dessas espécies é ainda muito restrito devido principalmente à falta de conhecimento de técnicas silviculturais e manejo, principalmente de conservação e melhoramento genético. Portanto, há uma demanda por conhecimento sobre espécies florestais nativas e também sementes com qualidade genética para o uso em reflorestamento com finalidade de recuperação ambiental e plantios comerciais.

A conservação *ex situ* de um ou dois bancos de germoplasma ou testes de progênies em campo não garantem a conservação da variabilidade genética das populações, pois esses podem ser facilmente perdidos por catástrofes naturais ou devido a fatores antropogênicos. Para uma conservação mais efetiva recomenda-se o uso de sementes produzidas a partir desses bancos (teste de progênies). Mas, para que esses bancos passem a produzir sementes com qualidade genética é necessário o seu manejo. O desbaste seletivo é um tipo de manejo adotado em testes de progênies, que é aplicado no intuito de manter a taxa de crescimento e reduzir as chances de cruzamento entre árvores aparentadas, principalmente dentro das

parcelas, quando estas são formadas por plantas da mesma progênie (SEBBENN et al., 2009a; SEBBENN et al., 2009b). No intuito de contribuir para reverter o atual quadro da espécie e suprir a demanda por sementes com qualidade genética de espécies florestais nativas, foi estimada a variabilidade genética de um teste de procedências e progênies de *A. fraxinifolium* e *J. cuspidifolia* a partir de caracteres silviculturais a fim de propor um manejo seletivo, visando à conservação do seu potencial produtivo e genético para conservação e uso.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Astronium fraxinifolium* Schott (gonçalo-alves)

Árvore da família Anacardiaceae, *A. fraxinifolium* Schott é uma planta decídua, heliófita, pioneira e seletiva xerófila. A espécie é encontrada em terrenos rochosos e secos, em que forma agrupamentos descontínuos. Floresce durante os meses de agosto e setembro, com a planta despida de sua folhagem (Figura 1) (LORENZI, 1998). Reys et al. (2005) verificaram que a frutificação ocorre entre outubro e novembro, sendo a dispersão anemocórica.

As árvores de *A. fraxinifolium* são dioicas (Figura 2 e Figura 3). A polinização é entomófila, tendo o vento uma participação reduzida nos processos que conduzem à fecundação. Ao contrário com a dispersão das sementes, pois as árvores adultas produzem muitas sementes facilmente disseminadas pelo vento (ALLEM, 1991). Possui grande importância econômica, produzindo madeira de excelente qualidade. Sua madeira é dura, pesada e muito durável de cor parda-avermelhada, com grandes manchas e veios pardo-escuros com reflexos levemente dourados, lisa e brilhante. É muito usada na construção civil e naval e também utilizada na fabricação de mobiliário de luxo, balaústres, corrimões e portas nobres (LORENZI, 1998; NETO, 2008). A casca é adstringente e as folhas possuem ação antisséptica, indicadas no tratamento de diversas doenças (JENRICH, 1989).

A espécie tem ocorrência ampla no cerrado brasileiro e apresenta desenvolvimento rápido no campo, e pode atingir cerca de três metros aos dois anos de idade (LORENZI, 1998). Santos et al. (2007) verificaram a baixa frequência de *A. fraxinifolium* em remanescentes de florestas estacionais decíduas no domínio do cerrado quando comparado com outras espécies. A espécie encontra-se ameaçada de extinção, fazendo-se necessários planos de manejo para estimular a regeneração natural e plantios florestais. *A. fraxinifolium* é indicada como opção para o reflorestamento e manejo de áreas degradadas, uma vez que encontra-se naturalmente elevado número de indivíduos nesses ambientes e grande potencial para regeneração (MISSIO et al., 2002; CALGARO et al., 2015).

Essa espécie também vem sendo estudada para diferentes finalidades. Fagundes e Gonçalves (2005) estudaram o ataque de um inseto galhador em *A. fraxinifolium*. Eles verificaram a preferência das fêmeas do inseto por ramos mais vigorosos para oviposição. Porém, o estudo evidenciou que esses ramos apresentaram resistência a formação de galhas, tendo grande influência no controle da população do galhador. As análises de cromatografia líquida de alta eficiência do extrato hidroalcoólico das cascas de *A. fraxinifolium* mostraram substâncias de atividades antioxidante, gastroprotetora e cicatrizante (MARTINS, 2013).

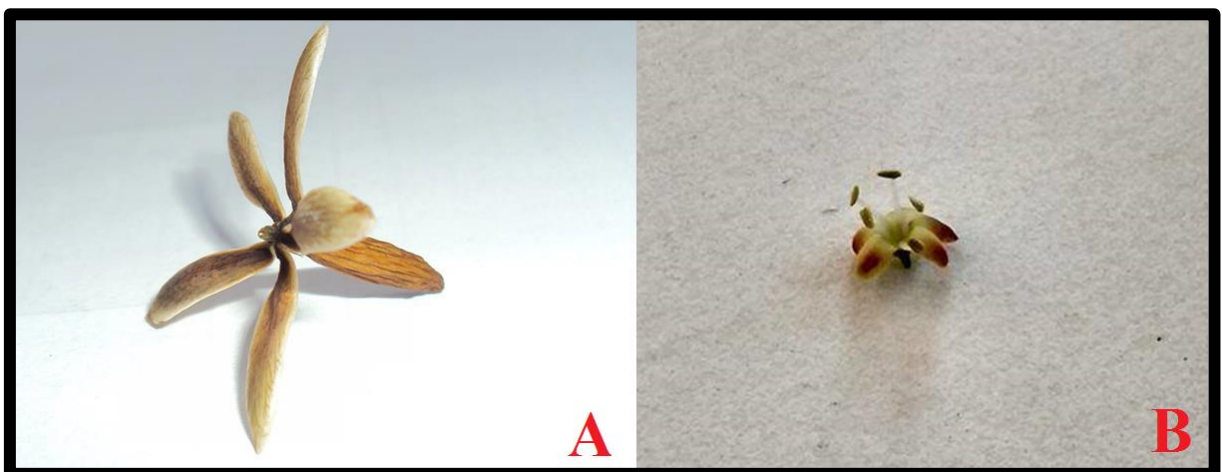
Feitosa et al. (2011) observaram que a dose de $72,5 \text{ mg dm}^{-3}$ de N é suficiente para o crescimento satisfatório das mudas de *A. fraxinifolium*. Os autores ressaltaram a possibilidade do uso dessas mudas em projetos de reflorestamento e arborização urbana.

Figura 1- Árvores de *A. fraxinifolium* em florescimento, Selvíria-MS.



Fonte: Autoria própria.

Figura 2- Flor feminina (flor pistilada) em A e Flor masculina (flor estaminada) em B de *A. fraxinifolium*, em teste de procedências e progênies, Selvíria-MS.



Fonte: Autoria própria.

Figura 3- Cacho com inflorescência de flores masculinas (flores estaminadas) de *A. fraxinifolium*, Selvíria-MS.



Fonte: Autoria própria.

2.2 *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (jacarandá-caroba)

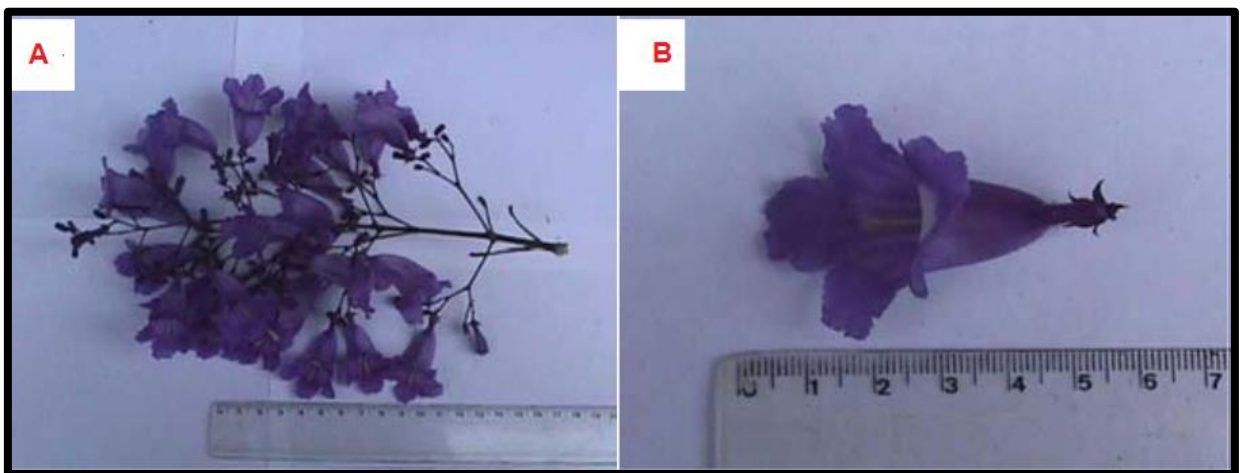
Árvore da família Bignoniaceae, pertencente ao gênero *Jacaranda*, apresenta porte médio com altura de 3-10 metros, com tronco de 30 a 40 cm de diâmetro. É uma planta decídua, heliofita, pioneira e xerófita, característica de encostas rochosas da floresta latifoliada e transição para o cerrado. Possuem flores hermafroditas (Figura 4) e as árvores florescem durante os meses de setembro/dezembro com as plantas totalmente despidas de sua folhagem velha. Muito utilizada na arborização e ornamentação de ruas, principalmente devido a beleza de suas flores arroxeadas (LORENZI, 2002). Apresenta a madeira leve, macia, de durabilidade média quando em ambientes secos. Ocorre naturalmente em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, São Paulo até o Paraná, principalmente na floresta latifoliada semidecídua da bacia do Paraná (LORENZI, 2002).

Essa espécie apresenta grande importância medicinal. Gachet e Schühly (2009), em sua revisão sobre o gênero *Jacaranda*, concluíram que as espécies do gênero possuem substâncias farmacológicas com significativo potencial para tratamentos de doenças tropicais relacionadas a problemas de pele e doenças venéreas em pessoas que vivem em regiões

tropicais. Arruda et al., (2011) confirmaram a eficiência da utilização de *J. cuspidifolia* no tratamento de doenças microbianas.

Para obter a máxima germinação e vigor das sementes de *J. cuspidifolia*, a colheita dos frutos, independente das condições climáticas vigentes no ano de produção, deve ser realizada quando estes apresentarem cores marrons ainda na árvore, fechados ou abertos, e o teor de água da semente, deve ser inferior a 24,4% (MARTINS et al., 2008). No trabalho de Scalon et al. (2006), as sementes puderam ser armazenadas por 150 dias, tanto em temperatura ambiente quanto sob refrigeração, apresentando elevada emergência mesmo sem nenhum tratamento.

Figura 4- Inflorescência (A) e flor (B) de *J. cuspidifolia*.



Fonte: Modificado de Costa et al., (2011).

2.3 Degradação do cerrado

Apesar do Brasil estar entre os países de maior biodiversidade florestal, abrigando diversos biomas com grande número de espécies endêmicas, o uso dessas espécies é ainda muito restrito devido principalmente a falta de conhecimento de técnicas de silvicultura e manejo, principalmente conservação e melhoramento genético. Entre os biomas com grande biodiversidade encontra-se o Cerrado, a mais rica savana do mundo, com recursos hídricos valiosos para o Brasil, considerado por Myers et al. (2000) um dos “hotspots” mundiais com áreas prioritárias para conservação.

O cerrado possui grande importância no aspecto ambiental e social com muitas populações sobrevivendo de seus recursos naturais. Já foram catalogadas 11.627 espécies de plantas nativas. Desse total, 220 espécies têm uso medicinal e mais de 416 podem ser usadas na recuperação de solos degradados, como barreiras contra o vento, proteção contra a erosão,

ou para criar habitat de predadores naturais de pragas. Possui mais de 10 tipos de frutos comestíveis com alto potencial econômico (BRASIL, 2014). As árvores são as espécies-chave dos ecossistemas florestais, pois muitas associações da fauna e da flora dependem de sua existência e do ambiente criado por elas. Dessa forma a remoção dessa categoria de organismo pode causar alterações em todo ecossistema florestal (LEDIG, 1988).

O rápido crescimento da população brasileira gera aumento da demanda por alimentos e matéria-prima oriunda das florestas, acarretando também o aumento da demanda por espaço para a expansão de áreas urbanas, infraestrutura industrial, atividades agropecuárias e, mais recentemente, para agroenergia, principalmente a cana-de-açúcar. Enquanto houver disponibilidade, as florestas naturais constituirão fontes atrativas de matéria-prima, provocando o alto crescimento do desmatamento (SHIMIZU, 2007). Apesar da sua importância ambiental e social, dos 204 milhões de hectares originais do cerrado, 57% já foram completamente destruídos e a metade das áreas remanescentes estão bastante alteradas, sendo a taxa anual de desmatamento no bioma de três milhões de hectares/ano, situação alarmante para o segundo maior bioma da América do Sul (CERRADO, 2004; BRASIL, 2009).

A cada ano, as formações florestais vêm sendo reduzidas a fragmentos cada vez menores e mais dispersos em meio às áreas antropizadas. As árvores de maior potencial produtivo e melhor qualidade são as primeiras serem extraídas dos ecossistemas. As remanescentes geralmente são as de menor vigor e qualidade, as quais irão, num processo disgênico, em que somente as de menor vigor e qualidade transmitem seus genes às próximas gerações, levar à degradação dos fragmentos (GUERRA, 2008).

A dinâmica natural dos remanescentes de florestas, aliada às perturbações antrópicas, dependendo da espécie, não assegura a sua auto-sustentabilidade. Portanto, a grande perda dos ecótipos florestais de alto valor adaptativo evidencia que a conservação do que restou não é suficiente, é necessário resgatar o germoplasma remanescente nos fragmentos, ilhas e até árvores individuais que restaram em meio às áreas antropizadas. Em seguida, estabelecer o plantio desses indivíduos nas respectivas regiões ecológicas. Dessa maneira, recompor o germoplasma e restabelecer populações mínimas viáveis de cada espécie componente desses ecossistemas (SHIMIZU, 2007).

Uma excelente ferramenta para os estudos da variabilidade genética no melhoramento vegetal e na conservação de espécies nativas são os testes de progênies. Estes proporcionam produção de sementes melhoradas e geração de indivíduos para a seleção. Além disso, geram informações valiosas quando se trata da conservação genética, uma vez que a conservação da

biodiversidade depende da disponibilidade de ecossistemas funcionais que, por sua vez, requerem diversidade de espécies, cada uma com funções distintas e indispensáveis no ecossistema. Possibilitam a identificação e a conservação de populações geneticamente distintas com vantagens adaptativas, que ocorrem nos limites da distribuição da espécie, em que podem estar variantes ecótipas chaves para a sobrevivência e adaptabilidade da espécie, especialmente na iminência de alterações drásticas nos padrões climatológicos em decorrência do aquecimento global (SHIMIZU, 2007).

2.4 Conservação genética de espécies arbóreas

Na tentativa de conter a acelerada perda da diversidade biológica, decorrentes principalmente da degradação do meio ambiente e de práticas não-sustentáveis de uso dos recursos naturais, várias medidas foram tomadas nas últimas décadas, tanto pelo poder público quanto pela pesquisa científica e tecnológica. Assim, a preocupação com questões ambientais globais cresceu muito nas últimas décadas. Diversos documentos na área de meio ambiente foram elaborados e negociados entre diversos países, no Brasil algumas iniciativas de políticas públicas de caráter nacional e estadual, com relação à conservação da diversidade biológica foram também adotadas. Ainda assim, são alarmantes as taxas de desmatamento e extinção de espécies, uso ilegal de recursos biológicos (biopirataria) e perda de conhecimentos tradicionais associados. Ainda que o Brasil conte com um amplo conjunto de normas que definem restrições e dão suporte legal à conservação, existe por trás o trabalho de gerações de cientistas e técnicos, brasileiros e estrangeiros para instituir essas normas que trabalharam e trabalham em conjunto com o Poder Público, na construção de diretrizes, instrumentos e parâmetros cuja aplicação garanta a manutenção do patrimônio biológico nacional (GANEM; DRUMMOND, 2010; AMARAL s/d).

As principais ameaças à biodiversidade das espécies florestais e o rompimento na estabilidade das populações naturais de espécies florestais são: a poluição, superexploração, modificações ambientais, espécies introduzidas, invasoras, perda e fragmentação de habitats pelo uso da terra e ruptura da estrutura das comunidades nos habitats (ARAGÃO, 2008). A fragmentação florestal diminui o número de indivíduos de uma população, favorecendo a perda de variação genética. A população remanescente passa a ter um tamanho menor que o mínimo adequado (N_e mínimo) para sua permanência e evolução. Nessa população pequena pode ocorrer, a curto prazo, deriva genética e a mais longo prazo, ainda pode haver um aumento da endogamia (KAGEYAMA; GANDARA; SOUZA, 1988).

O desenvolvimento e aplicação de critérios e indicadores no âmbito de planos de manejo florestal são fundamentais para garantir a conservação e a manutenção da variabilidade genética das espécies exploradas. Os estimadores para estratégias de manejo e conservação em espécies arbóreas são classificados em: ecológicos (padrão de distribuição geográfica, biologia da reprodução, taxa de crescimento e sucessão florestal) e em genéticos (índices para quantificar a variabilidade genética dentro e entre as populações, tamanho efetivo populacional (N_e), sistema reprodutivo e fluxo gênico) (MAUÉS, 2006).

Para minimizar os efeitos da erosão genética, as medidas de combate devem ser enfocadas sob a ótica do tamanho efetivo populacional (VENCOVSKY, 1987). As expressões do tamanho efetivo populacional, desenvolvidas pelo autor, são pertinentes à coleta de material em condições de campo e relativas à preservação de amostras em bancos de germoplasma, com regeneração por via sexuada. Segundo Aragão (2008) uma espécie pode chegar a extinção anos antes da morte do último indivíduo, pois não é necessário que a densidade populacional de uma espécie seja radicalmente reduzida para afetar o potencial reprodutivo. No caso de espécies dioicas, mudanças na razão sexual e disponibilidade de agentes de polinização podem afetar a reprodução. Sendo assim se de fato se quer a sustentabilidade de fragmentos, além do aspecto demográfico dessas espécies, deve se acrescentar também o de genética de suas populações, já que nem sempre um número grande de indivíduos é uma população geneticamente viável. Assim o grande desafio da conservação *in situ* de espécies arbóreas tropicais é sem dúvida, a altíssima diversidade de espécies associada à pouca informação genética e ecológica dessas espécies. Esse conhecimento inclui informações sobre a distribuição e abundância de espécies, sua biologia reprodutiva e a estrutura genética de suas populações (KAGEYAMA; GANDARA; SOUZA, 1988).

Aliada à conservação *in situ*, a manutenção de populações *ex situ* tem-se revelado uma importante forma de intervenção na conservação da biodiversidade biológica, dado o crescente número de espécies ameaçadas de extinção. Os programas de melhoramento e conservação de plantas têm contribuído para a manutenção da variabilidade genética das populações, garantindo assim a permanência de espécies que de outra forma estariam indisponíveis para as gerações futuras. As populações dos testes de progênies também podem servir como banco de indivíduos para possíveis reintroduções ou aumento do tamanho de populações selvagens (BALERONI, 2003).

Na restauração de áreas degradadas, além da preocupação com a representatividade genética, a escolha das espécies que darão início ao processo de restauração é extremamente importante. As espécies selecionadas deverão ser adequadas às restrições locais condicionadas

pelo solo, que após distúrbios, é geralmente pobre em minerais e fisicamente inadequados para o crescimento da maioria das plantas e, ao mesmo tempo, capazes de apresentar um grau máximo de interação biótica (REIS et al., 1999). Neste sentido, *A. fraxinifolium* possivelmente é uma boa espécie a ser utilizada em programas de restauração, por ser encontrada em terrenos rochosos e secos, considerando que a restauração é aplicada sobre solo pobre em nutrientes para os seres vivos e a sucessão é o processo básico para refazer os níveis tróficos (REIS et al., 2006). A *J. cuspidifolia* também é uma espécie indicada para recuperação de áreas degradadas. Em diversos ensaios houve sucesso ao utilizar a espécie para recuperar áreas degradadas (AGUIAR et al., 2000; ARAKI, 2005, BITTENCOURT, 2013).

2.5 Parâmetros genéticos

O conhecimento da distribuição da variabilidade genética nas populações naturais é essencial para implantar programas de conservação para qualquer espécie, possibilitando o estabelecimento de metas que garantam a preservação do potencial evolutivo das espécies, proporcionando a manutenção dos limites da variabilidade genética inalterada ao longo do tempo (SOUZA, 2006).

Os parâmetros genéticos são valores numéricos que permitem fazer inferências sobre a estrutura genética de uma população. Os parâmetros genéticos variam para características, populações e idades diferentes (DUDA, 2003). Para os melhoristas os parâmetros genéticos que mais interessam são as variâncias genéticas e seus componentes aditivos e não aditivos, o coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido amplo como restrito, as correlações genéticas entre características e as associações entre idades para as características (COSTA, 1999). Nas espécies florestais, estas estimativas podem ser obtidas a partir de dados coletados em testes de progênies, bem como, em alguns casos em testes combinados de procedências e progênies. Nos testes de progênies são estimados diferentes componentes de variação de um caráter: variação entre plantas dentro de uma parcela (σ^2_d); variação devido às diferenças ambientais entre parcelas (σ^2_e) e a variação genética devido às diferenças entre as progênies (σ^2_p) (VENCOVSKY, 1987).

Cada parâmetro genético apresenta sua importância. Segundo Vencovsky e Barriga (1992) em um teste de progênies o coeficiente de herdabilidade é um dos mais importantes parâmetros, pois mede o controle genético existente em um caráter. Nos programas de melhoramento baseados na reprodução sexuada, é empregada a herdabilidade no sentido

restrito, já que ela reflete o ganho que pode ser obtido a partir da recombinação sexuada. Nos programas em que se usa a propagação clonal, a herdabilidade no sentido amplo é utilizada para calcular o quanto de ganho genético pode ser obtido, pela reprodução do genótipo como um todo, por clonagem (FIER, 2006). Para Baleroni et al. (2003) o coeficiente de variação genética é um parâmetro importante para se entender a estrutura genética de uma população, pois apresenta a quantidade de variação entre progênies e permite estimar os ganhos genéticos.

O conhecimento dos parâmetros genéticos de uma determinada espécie nativa proporciona inúmeras contribuições para o aprimoramento de estratégias de conservação *in situ* e *ex situ*. Para a conservação *ex situ* proporciona que sejam feitas seleções pelas características fenotípicas e individual nos testes de procedências, possibilitando adotar medidas para a recuperação e regeneração de espécies ameaçadas e para sua reintrodução em seu habitat natural em condições adequadas (BATISTA et al., 2012).

2.6 Divergência genética

A caracterização de amostras existentes em um banco de germoplasma visa possibilitar que o máximo da variabilidade genética seja reunida e preservada com o mínimo possível de duplicações, além de promover material genético para a condução de programas de melhoramento (MANFIO et al., 2012). Portanto, informações sobre a diversidade genética e as relações entre indivíduos e populações são importantes. Por meio desse parâmetro, é possível aperfeiçoar as atividades em programas de conservação de germoplasma ou de melhoramento genético. Essas informações contribuem para a conservação biológica das espécies e para estudos de evolução e ecologia de populações (DURAN et al., 2009).

Dos vários métodos preditivos da diversidade genética, destaca-se a análise multivariada, que consiste em um conjunto de métodos e técnicas que considera simultaneamente todas as variáveis, com o auxílio da interpretação teórica do conjunto de dados, podendo-se analisar simultaneamente uma ou mais variáveis (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004; HAIR et al., 2005). A distância de Mahalanobis é uma dessas medidas de dissimilaridade utilizada, sendo recomendada para dados originados de ensaios com delineamento experimental (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Outro método de análise multivariada é a análise de agrupamento. Nesse caso a finalidade primária é classificar objetos de modo que cada objeto é muito semelhante aos outros no agrupamento em relação a algum critério de seleção pré-determinado. Os

agrupamentos resultantes devem exibir elevada homogeneidade dentro do grupo e elevada heterogeneidade entre os grupos (HAIR et al., 2005). Dentre os métodos de agrupamento destacam-se os de partição ou de otimização.

O agrupamento pelo método de otimização de Tocher adota o critério de que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor do que as distâncias médias entre quaisquer grupos, em que é realizada a partição do conjunto de indivíduos em subgrupos não vazios e mutuamente exclusivos. Esta separação de um grupo original de indivíduos em vários grupos tem como critério a similaridade ou dissimilaridade, sob a qual será identificado o par de indivíduos mais similares. Estes indivíduos formarão o grupo inicial e a partir daí avalia-se a possibilidade de inclusão de novos indivíduos ao grupo (RAO, 1952; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

2.7 Pomar de sementes por muda (PSM)

A demanda por sementes de espécies nativas florestais com qualidade genética é essencial para uso em reflorestamento com finalidade de recuperação ambiental e plantios comerciais. Já que, devido à pressão da sociedade e da comunidade científica sobre os governantes e instituições privadas, a partir do ano de 2000 foram aprovadas leis de ordem federal e estaduais que exigem a recuperação de diversas áreas, como Reservas Legais, Áreas de Proteção Permanente e matas ciliares, com espécies nativas.

O governo do estado de São Paulo, por meio das Resoluções SMA N° 21, de 21 de novembro de 2001 e SMA N° 47, de 26 de novembro de 2003 (sendo a SMA N° 21 revogada e após, fixadas as orientações e diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo e providências nas SMA N° 08, de 2008 e SMA N° 32, de 2014), visando obter melhor qualidade nos reflorestamentos, estipulou que estes devem conter um número mínimo de 80 espécies, com mínimo de 40% de espécies pioneiras e 40% de espécies não pioneiras, e recomenda a utilização de espécies ameaçadas de extinção e atrativas para a fauna (SÃO PAULO, 2015). Além de todas essas ações gerarem uma crescente demanda por sementes florestais nativas, há também uma grande demanda para atender a medidas compensatórias necessárias para a aprovação de licenciamentos ambientais de empreendimentos de grande porte (JAHNEL, 2008). Assim, a formação de pomares de sementes por mudas de espécies nativas vem ao encontro dessas demandas e deve ser priorizada em todo território brasileiro.

As coletas de sementes em matrizes selecionadas em remanescentes florestais tornam-se de alto custo quando as matrizes se encontram dispersas, necessitando de grandes

deslocamentos e, muitas vezes, possuem pouca produção de sementes. Outro aspecto que dificulta a coleta é o fato da maioria dos remanescentes de florestas nativas no centro-sul do país estarem localizadas em Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação, que apresentam uso controlado, inclusive para coleta de sementes (HIGA; DUQUE SILVA, 2006).

De acordo com Sebbenn et al. (2007), uma estratégia eficiente é transformar testes de procedências e progênies em pomares de sementes por muda. Diferentemente das estratégias de seleção para interesses econômicos, que restringem e direcionam a base genética, a seleção dos bancos de germoplasma deve ser realizada em baixa intensidade e apenas dentro de procedências e/ou progênies. Assim, a variabilidade genética do banco é mantida, recombinada durante o processo de reprodução e expandida a partir de reflorestamento com sementes do pomar. O manejo adequado para a formação de pomar de sementes por muda tornou-se uma prática necessária para as espécies nativas. Para a conservação das espécies, a coleta de sementes utilizadas para reflorestamentos deve conter amostras representativas de genes existente em cada população. Se a coleta for realizada em um pequeno número de indivíduos, a população de mudas produzidas, a partir dessas sementes, sofrerá perda dessa variabilidade (CESP, 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

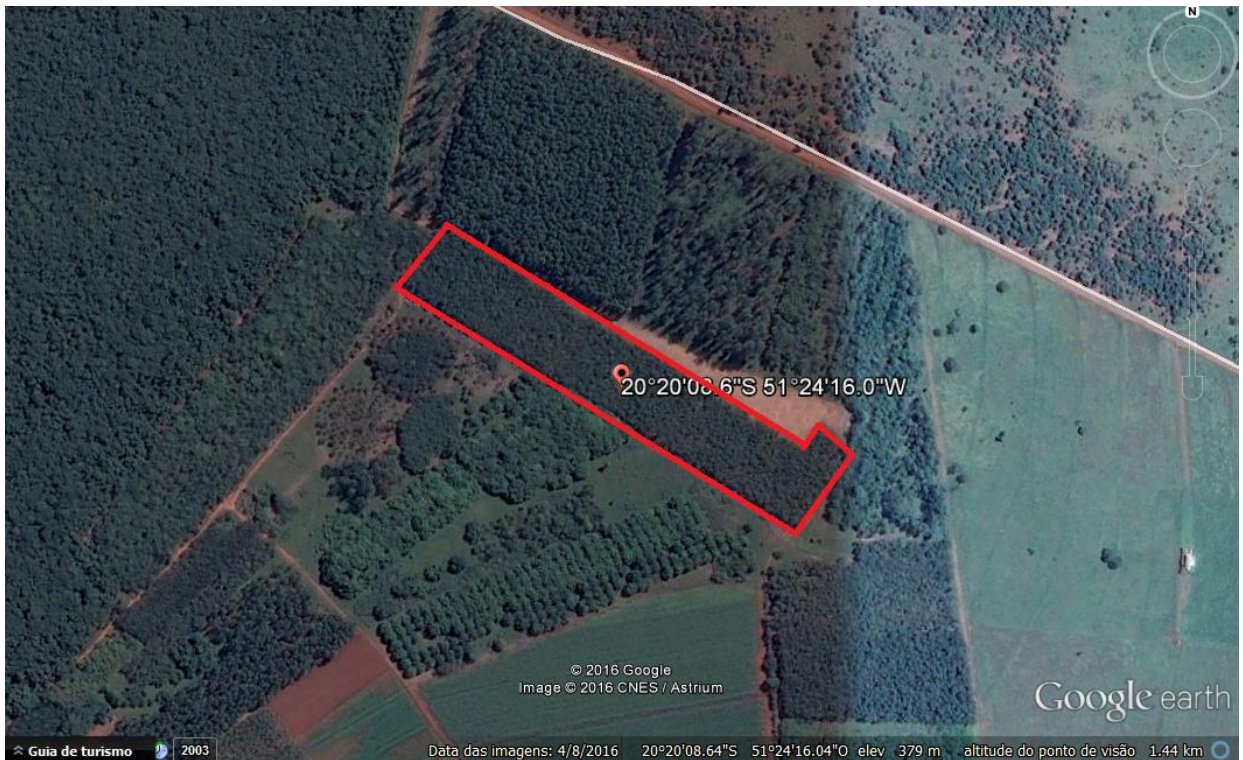
As sementes de progênies de polinização aberta de duas procedências de *A. fraxinifolium* e uma de *J. cuspidifolia*, foram coletadas em 1995. Com as mudas dessas sementes foi instalado um teste de progênies e procedências em 26 de março de 1996. Cada procedência de *A. fraxinifolium* foi consorciada com as progênies de *J. cuspidifolia*, e constitui um experimento. O experimento é 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, a qual está localizada nas coordenadas geográficas 20°20'08.64"S, 51°24'16.04"W e 378 metros de altitude (Figura 5).

A procedência de *J. cuspidifolia* e uma de *A. fraxinifolium* são compostas por sementes colhidas de 30 árvores matrizes, de cada espécie, localizadas às margens da rodovia SP 595, entre os municípios de Ilha Solteira-SP e Santa Fé do Sul-SP. A outra procedência de *A. fraxinifolium* também é composta por 30 indivíduos que estão localizados às margens da rodovia MS 158, no município de Selvíria-MS. Entre as duas populações de *A. fraxinifolium* existe uma barreira geográfica, o rio Paraná. Há 51 anos atrás foi construída uma usina hidrelétrica (Usina hidrelétrica de Ilha Solteira) que contribuiu para aumentar a largura do rio Paraná (em torno de 12 km) e separar ainda mais essas populações.

O teste de progênies e procedências foi estabelecido em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 60 tratamentos (progênies) e 5 repetições para *A. fraxinifolium* e 30 tratamentos (progênies) e 10 repetições para *J. cuspidifolia*. As parcelas do experimento foram instaladas, obedecendo a uma disposição linear, com 10 plantas por parcela de cada espécie, no espaçamento de 3 × 1,5 m, em plantio alternado (Figura 6).

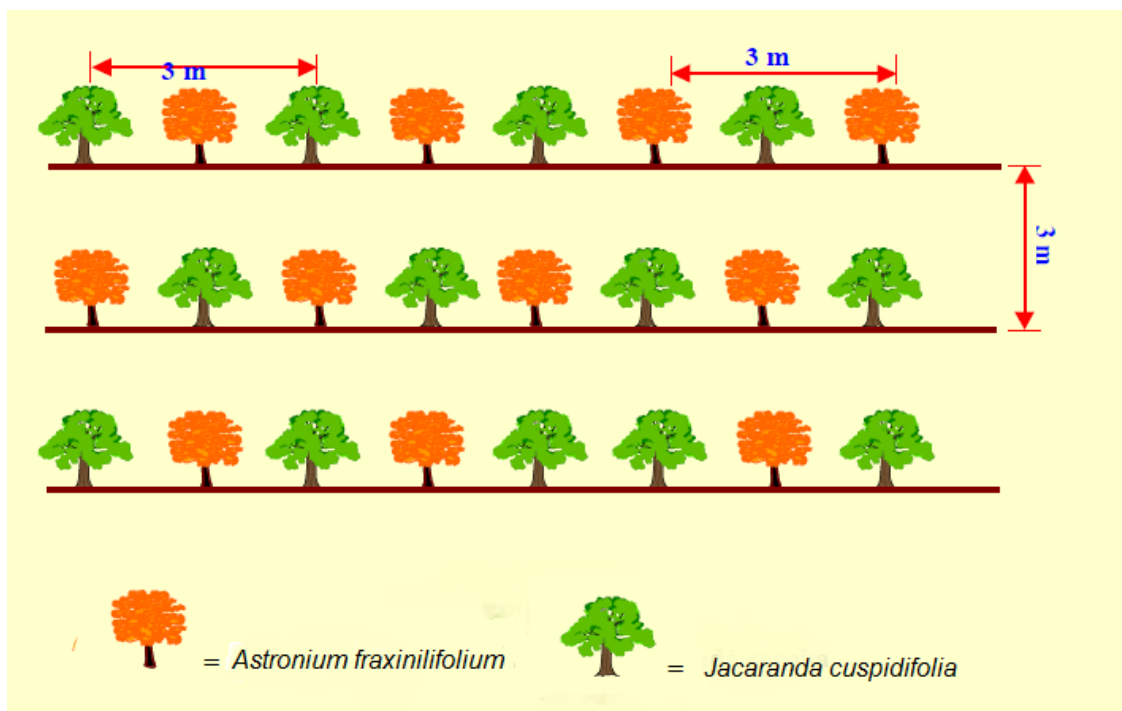
O tipo climático, segundo KÖEPPEN, é AW, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, estando a umidade relativa dos meses mais chuvosos entre 60 e 80%. A vegetação original encontrada na área em estudo é do tipo cerrado. O solo local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, típico argiloso, à moderado, hipidistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA, 2006).

Figura 5- Vista aérea do experimento. Na área circulada o teste de progênie e procedência de *A. fraxinifolium* e teste de progênie de *J. cuspidifolia*, Selvíria-MS.



Fonte: Imagem digital 2016, dados cartográficos 2016 Google, Inav/Geosistemas SRL.

Figura 6- Esquema das disposições das árvores no teste de progênie misto com as espécies *A. fraxinifolium* e *J. cuspidifolia*.



Fonte: Moraes (2013).

3.2 Métodos

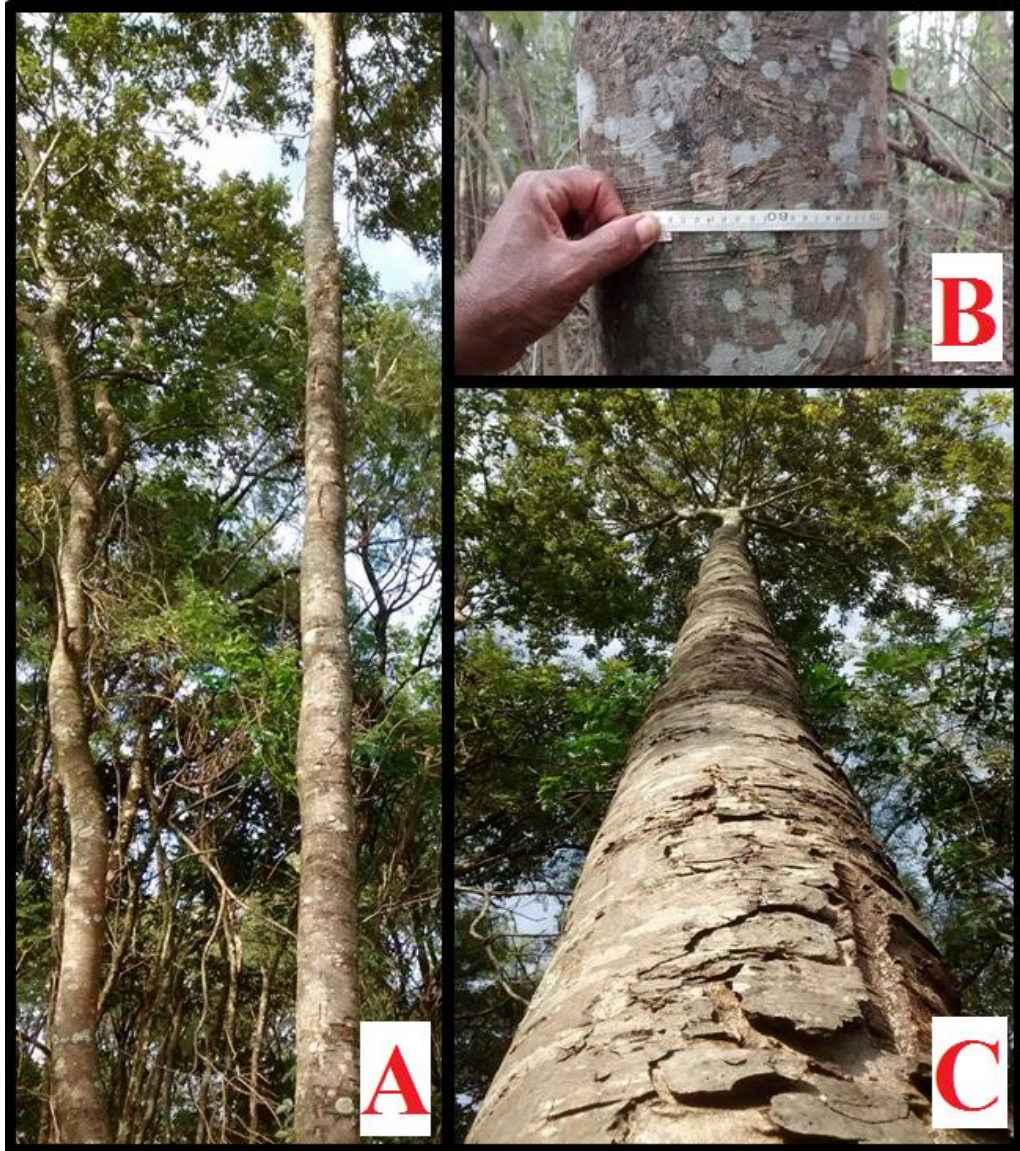
3.2.1 Coleta de dados

Aos 18 anos após o plantio foram avaliados a altura total de planta (ALT), o diâmetro a altura do peito (DAP), diâmetro médio da copa (DMC), forma do fuste (FOR) e sobrevivência (SOB) (Figura 7). Também foi realizada a sexagem das árvores de *A. fraxinifolium* com base na identificação visual das flores masculinas e femininas.

A ALT (m) foi avaliada com o Hipsômetro Vertex, o DAP (cm) foi obtido pela transformação da medida da circunferência do tronco a 1,30 m. O DMC (m) foi estimado a partir da média entre as medidas da projeção da copa na linha (L) e nas entre linhas (E) do plantio, conforme a expressão: $DMC = (L+E)/2$ e a forma do fuste (FOR) pela média de atribuição de notas da bifurcação (Figura 8) e retidão do tronco (Figura 9).

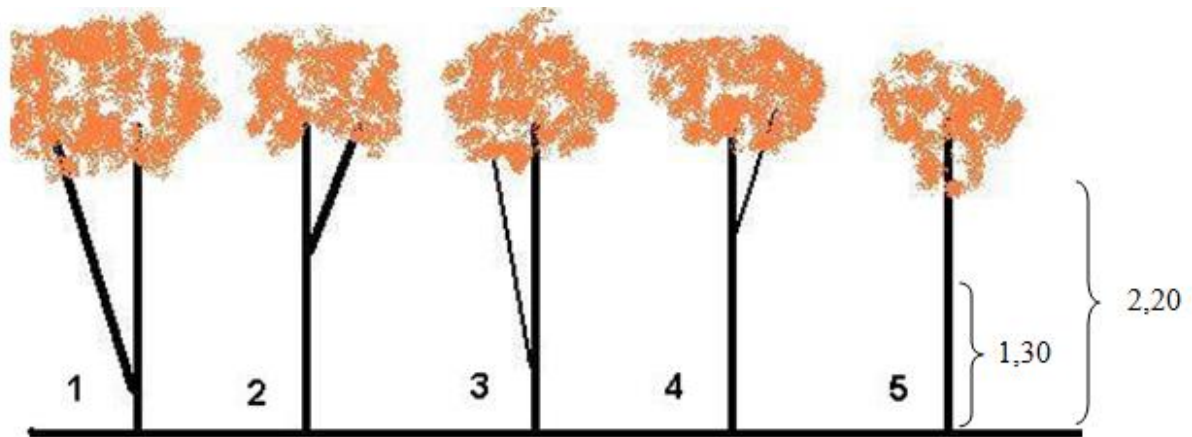
Para a sexagem de *A. fraxinifolium*, como a espécie é dioica e protândrica, em que o órgão sexual masculino matura antes do feminino, foi necessário identificar primeiramente os indivíduos com flores masculinas e no mês seguinte os com flores femininas. A verificação da sexagem e a mensuração do DMC foram realizadas no período em que as árvores, que são caducifólias, perdem as folhas e iniciam o florescimento (Figura 10).

Figura 7- Imagens da classificação da forma do fuste de *A. fraxinifolium* usadas na avaliação. Em A- tronco tortuoso à esquerda e um com retidão à direita; B- a circunferência do tronco; C- tronco com retidão e ampla copa.



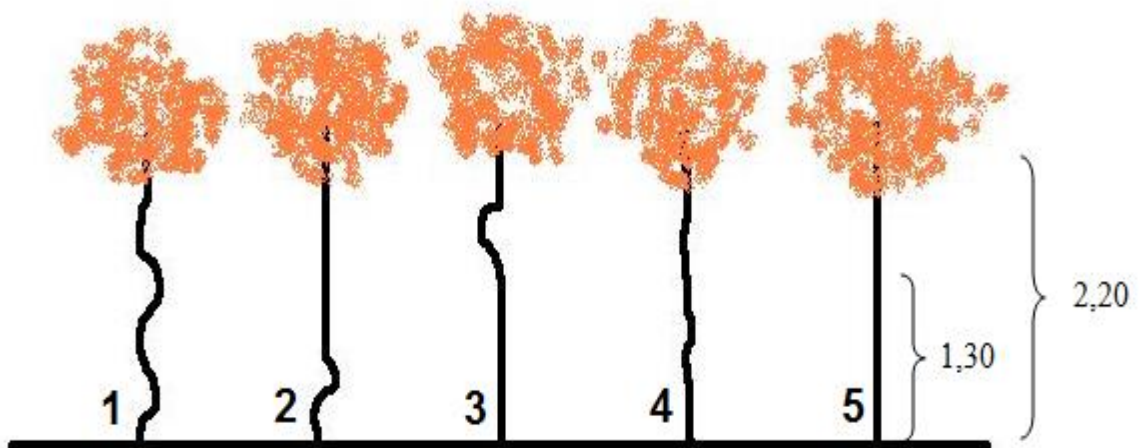
Fonte: Autoria própria.

Figura 8- Escala de notas para bifurcação, considerando um fuste de 2,20 m: **1:** Bifurcação abaixo de 1,30 com diâmetro igual ao fuste principal; **2:** Bifurcação acima de 1,30 com diâmetro igual ao fuste principal; **3:** Bifurcação abaixo de 1,30 com diâmetro inferior ao fuste principal; **4:** Bifurcação acima de 1,30 com diâmetro inferior ao fuste principal; **5:** Sem bifurcação.



Fonte: Guerra (2008).

Figura 9- Escala de notas para retidão, considerando um fuste de 2,20 m: **1:** Tortuosidade acentuada em toda extensão; **2:** Tortuosidade acentuada abaixo de 1,30; **3:** Tortuosidade acentuada acima de 1,30; **4:** Leve tortuosidade em toda extensão; **5:** Sem tortuosidade.



Fonte: Guerra (2008).

Figura 10- Árvores de *A. fraxinifolium* florescendo (A) e com folhagem (B). Selvíria-MS.



Fonte: Autoria própria.

3.2.2 Estimativas de parâmetros genéticos

As análises genética-estatísticas considerando o efeito de procedências foram obtidas pela metodologia do modelo linear misto (aditivo univariado)-REML/BLUP, seguindo o procedimento proposto por Resende (2002b; 2007):

$$y = \mathbf{X}r + \mathbf{Z}a + \mathbf{W}p + \mathbf{T}s + e$$

Em que: y é o vetor de dados; r é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados a média geral; a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (aleatórios); p é o vetor dos efeitos de parcela (aleatórios); s é vetor dos efeitos de população ou procedência (aleatórios), e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Nas análises individuais, ignorando o efeito de procedências, foi considerado o seguinte modelo estatístico:

$$y = \mathbf{X}b + \mathbf{Z}a + \mathbf{W}c + e;$$

Em que: y é o vetor de dados; b é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral; a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (aleatórios); c é o vetor dos efeitos de parcelas (aleatórios), e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

As distribuições e estruturas de médias e variâncias são:

$$y|b, V \sim N(Xb, V)$$

$$a|A, \hat{\sigma}_a^2 \sim N(0, A\hat{\sigma}_a^2)$$

$$c|\hat{\sigma}_c^2 \sim N(0, I\hat{\sigma}_c^2)$$

$$e|\hat{\sigma}_e^2 \sim N(0, I\hat{\sigma}_e^2)$$

$\text{COV}(a, c) = 0$; $\text{COV}(a, e) = 0$; $\text{COV}(c, e) = 0$, ou seja, as covariâncias entre todos os efeitos aleatórios do modelo são consideradas nulas. Assim:

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ e } \text{var} \begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V & ZG & WC & R \\ GZ' & G & 0 & 0 \\ CW' & 0 & C & 0 \\ R & 0 & 0 & R \end{bmatrix}, \text{ em que:}$$

$$G = A \hat{\sigma}_a^2$$

$$R = I \hat{\sigma}_c^2$$

$$C = I \hat{\sigma}_e^2$$

$$V = ZA \hat{\sigma}_a^2 Z' + WI \hat{\sigma}_c^2 W' + I \hat{\sigma}_e^2 = ZGZ' + WCW' + R.$$

As equações do modelo misto são: A^{-1}

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\lambda_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + |\lambda_2| \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \end{bmatrix}, \text{ em que:}$$

$$\lambda_1 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_a^2} = \frac{1-h^2-c^2}{h^2};$$

$$\lambda_2 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_c^2} = \frac{1-h^2-c^2}{c^2};$$

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_c^2};$$

herdabilidade individual no sentido restrito no bloco.

$$c^2 = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2};$$

correlação devida ao ambiente comum da parcela.

$\hat{\sigma}_a^2$: variância genética aditiva.

$\hat{\sigma}_c^2$: variância entre parcelas.

$\hat{\sigma}_e^2$: variância residual (ambiental dentro de parcelas + não aditiva).

A: matriz de correlação genética aditiva entre os indivíduos em avaliação.

Os estimadores iterativos dos componentes de variância por REML, via algoritmo EM (Expectation-Maximization), são:

Variância residual (ambiental + não aditiva) ($\hat{\sigma}_e^2$):

$$\hat{\sigma}_e^2 = [y' y - \hat{r}' X' y - \hat{a}' Z' y - \hat{c}' W' y] / [N - r(x)],$$

Variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$):

$$\hat{\sigma}_a^2 = [\hat{a}' A^{-1} \hat{a} + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr} (A^{-1} C^{22})] / q,$$

Variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_c^2$):

$$\hat{\sigma}_c^2 = [\hat{c}' \hat{c} + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr} C^{33}] / s_1;$$

em que: C^{22} e C^{33} vem da inversa de C ; C : matriz dos coeficientes das equações de modelo misto:

$$C^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} C^{11} & C^{12} & C^{13} \\ C^{21} & C^{22} & C^{23} \\ C^{31} & C^{32} & C^{33} \end{bmatrix}$$

tr : operador traço matricial;

$r(x)$: posto da matriz X ;

N, q, s : números de dados, de indivíduos e de parcelas, respectivamente.

Demais estimativas de variâncias e parâmetros genéticos processados pelo programa:

a) Variância fenotípica individual ($\hat{\sigma}_f^2$):

$$\hat{\sigma}_f^2 = \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2;$$

b) Herdabilidade individual no sentido restrito, ou seja, dos efeitos aditivos (\hat{h}_a^2):

$$\hat{h}_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_f^2};$$

c) Herdabilidade em nível de média de progênies (\hat{h}_m^2):

$$\hat{h}_m^2 = \frac{(1/4) \cdot \hat{\sigma}_a^2}{(1/4) \cdot \hat{\sigma}_a^2 + \frac{\hat{\sigma}_c^2}{r} + \frac{(0,75 \cdot \hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2)}{n \cdot r}};$$

em que n é o número de plantas por parcela; e r o número de repetições.

d) Herdabilidade aditiva dentro de parcela (\hat{h}_{ad}^2):

$$\hat{h}_{ad}^2 = \frac{0,75.\hat{\sigma}_a^2}{0,75.\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2};$$

e) Coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}):

$$CV_{gi} (\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_a^2}}{\hat{m}} .100;$$

em que \hat{m} é a média geral do caráter.

f) Coeficiente de variação genotípica entre progênes (CV_{gp}):

$$CV_{gp} (\%) = \frac{\sqrt{0,25.\hat{\sigma}_a^2}}{\hat{m}} .100;$$

g) Coeficiente de variação experimental (CV_e):

$$CV_e (\%) = \frac{\sqrt{[(0,75.\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2)/n] + \hat{\sigma}_c^2}}{\hat{m}} .100;$$

h) Coeficiente de variação relativa (CV_r):

$$CV_r = \frac{CV_{gp}}{CV_e};$$

i) Acurácia da seleção de progênes, assumindo sobrevivência completa ($r_{\hat{a}a}$):

$$r_{\hat{a}a} = \sqrt{\frac{n}{n + \left(\frac{4-h_a^2}{h_a^2}\right)}};$$

Onde n é o número de indivíduos progenies e h_a^2 herdabilidade individual no sentido restrito.

j) Coeficiente de determinação dos efeitos de parcela (\hat{C}_p^2):

$$\hat{C}_p^2 = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{\hat{\sigma}_f^2}$$

k) Correlações genéticas (\hat{r}_g):

$$\hat{r}_{x,y} = \frac{C\hat{O}V_{a(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{a(x)} \cdot \hat{\sigma}_{a(y)}}}$$

l) Correlações fenotípicas (\hat{r}_f):

$$\hat{r}_f = \frac{C\hat{O}V_{f(x,y)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{f(x)} \cdot \hat{\sigma}_{f(y)}}}$$

A significância das correlações genéticas e fenotípicas foi verificada pelo teste t utilizando o programa Genes (CRUZ, 2006).

Com base nos maiores valores genéticos preditos individuais (BLUP) foram propostas duas estratégias de seleção com base no DAP. Será adotada a estratégia que viabilizará à menor perda da variabilidade genética da população:

a) Seleção dos 750 melhores indivíduos com base nos maiores valores genéticos individuais (BLUP) para o *A. fraxinilifolium* em cada procedência. As progênies selecionadas poderiam ter qualquer número de indivíduos entre 1 a 50. Para *J. cuspidifolia*, seleção dos 1.500 melhores indivíduos. As progênies selecionadas poderiam ter qualquer número de indivíduos entre 1 a 100.

b) Seleção de 50% dentro das progênies, o que corresponde a um total de 750 indivíduos selecionados: 30 (progênies) x 5 (plantas por progênie) x 5 (repetições) para as duas procedências de *A. fraxinilifolium*. Nessa situação, todas as progênies tiveram um total de 25 indivíduos selecionados. Para o *J. cuspidifolia*, seleção de 50% dentro das progênies, o que corresponde a um total de 1.500 indivíduos selecionados: 30 (progênies) x 5 (plantas por

progênie) x 10 (repetições). Nessa situação, todas as progênies tiveram um total de 50 indivíduos selecionados.

O ganho genético em porcentagem ($G_s\%$) com a seleção correspondem a:

$$G_s(\%) = \left(\frac{\sum \hat{a}}{\sum k_f} \times 100 \right) \div \hat{m}$$

em que \hat{a} corresponde os valores genéticos preditos individuais (BLUP); e \hat{m} é a média geral do caráter.

O tamanho efetivo populacional (N_e) para *A. fraxinifolium* foi estimado com base no método descrito por Vencovsky et al. (2012) para espécies dioicas. Esse parâmetro foi estimado antes e após a aplicação das propostas de seleção descritas acima. Para isso, assumiu-se que a população de origem era de tamanho arbitrário com exclusão parcial dos pais e que houve controle gamético apenas do lado feminino pois foram coletados o mesmo número de sementes (50) de cada árvore matriz feminina, que corresponde metade do total existente no teste antes (1116 indivíduos) e após a seleção (750 indivíduos). Assim, o tamanho efetivo foi estimado conforme a expressão:

$$N_e \approx 4t/D_7$$

em que, $t = f + m$, sendo f número de indivíduos fêmeas e m número de indivíduos machos no experimento (filhos), respectivamente, e

$$D_7 = \frac{1}{r(1-r)} + t \frac{(1-u)t}{F} + \frac{(1-v)t-1}{M} - 1$$

sendo $u = F/Nf$ e $v = M/Nm$, Nf = número de fêmeas e Nm = número de machos da população de origem, F = fêmeas que participaram da reprodução e M = machos que participaram da reprodução, r = proporção sexual dos filhos, dada por: $r = f/(f + m)$.

O tamanho efetivo populacional (N_e) para *J. cuspidifolia* foi obtido com base em Resende (2002a):

$$N_e = (4.N_f.\bar{k}_f) / [\bar{k}_f + 3 + (\hat{\sigma}_{kf}^2 / \bar{k}_f)];$$

Em que: kf = número médio de indivíduos selecionados por progênie; σkf = estimativa da variância do número de indivíduos selecionados por progênie; Nf = número de progênies selecionadas.

A diversidade genética (D) para as duas espécies, após a seleção, foi quantificada conforme Wei e Lindgren (1996), citados por Resende (2002a):

$$D = N_{ef} / N_{fo}$$

Em que: $0 < D \leq 1$, sendo: N_{fo} = número original de famílias, N_{ef} = número efetivo de famílias selecionadas, sendo dado por: $N_{ef} = (\sum k_f)^2 / \sum k_f^2$.

3.2.3 Divergência genética

A divergência genética entre as progênes foi estimada por meio da Distância Generalizada de Mahalanobis (D^2). Na análise de dados quantitativos, essa metodologia é a mais indicada, pois considera as matrizes de variâncias e covariâncias residuais existentes entre os caracteres mensurados. A Distância Generalizada de Mahalanobis (D^2) é descrita pela expressão (CRUZ; REGAZZI, 2001):

$$D^2 = \delta' \psi \delta$$

Em que: D^2 = distância de Mahalanobis entre os genótipos i e i' ; $\delta' = [d_1, d_2, \dots, d_v]$, sendo $d_j = Y_{ij} - Y_{i'j}$; ψ = matriz de variâncias e covariâncias residuais; Y_{ij} = média do i -ésimo genótipo em relação à i -ésima variável.

Após a obtenção da matriz de distância (D^2) obtida conforme Resende (2007), foi realizada a análise de agrupamento pelo Método de Otimização de Tocher, descrito por Cruz e Regazzi (2001) em que se adota como critério, que a média dos valores de D^2 intracluster deve ser menor que os valores de D^2 inter-cluster. O agrupamento de Tocher foi obtido pelo método REML/BLUP, empregando-se o software genético-estatístico Selegen (RESENDE, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 *Astronium fraxinifolium*

4.1.1 *Caracteres silviculturais*

Na análise conjunta, diferenças significativas foram observadas entre as procedências e entre e dentro de progênies de *A. fraxinifolium* para os caracteres ALT, DAP, DMC e SOB, com exceção do DMC entre procedências e SOB dentro de progênies (Tabela 1). Diferenças significativas entre as procedências não foram observadas por Aguiar et al. (2003) aos quatro anos de idade para os caracteres ALT, DMC e FOR, neste mesmo experimento. Apesar das populações naturais encontrarem-se em ambientes bem antropizados, a variação genética existente entre e dentro de procedências foi conservada. Em geral, as espécies nativas apresentam crescimento lento e os coeficientes estimados para alguns caracteres podem vir a mudar e expressar variação genética em idades mais avançadas, quando atingirem a maturidade reprodutiva (SEBBENN et al., 1998). Além disso, esse resultado pode indicar a ocorrência de alterações no comportamento das procedências e progênies para os caracteres estudados (SEBBENN et al., 2009b). Siqueira et al. (1993) acreditam que estimativas dos parâmetros ao longo dos anos são necessárias, principalmente até a meia idade de corte, e podem permitir que se conheça melhor a estrutura genética das populações estudadas.

Diferenças entre procedências para caracteres de crescimento foram observadas em inúmeras espécies, tais como: *Balfouidendron riedelianum*, *Cariniana legalis* e *Gallesia integrifolia* (SEBBENN et al., 2007; SEBBENN et al., 2009a; SEBBENN et al., 2009b; KUBOTA et al., 2015). Batista et al. (2012) estudando três procedências de *Handroanthus vellosi* verificaram que o efeito de procedência foi significativo apenas para forma do fuste, o que não foi o caso desse teste, em que a FOR não apresentou diferenças significativas entre procedências, progênies e parcelas. Quando se trata de seleção para fim de melhoramento deve-se priorizar indivíduos das procedências mais produtivas e com maior valor genético aditivo. Para conservação da variabilidade genética indivíduos mais adaptados (alta sobrevivência, desempenho e com boa produção de flores) das duas procedências deverão ser mantidos no ensaio para evitar perdas de variabilidade genética e, conseqüentemente de alelos raros.

As médias gerais, considerando as duas procedências, foram de 11,12 cm, 9,08 m, 4,12 m, 3,71 e 76% para DAP, ALT, DMC, FOR e SOB, respectivamente (Tabela 1). Apesar das progênies de Ilha Solteira terem se adaptado bem ao local de plantio, os caracteres de

crescimento apresentaram médias superiores para a procedência de Selvíria (Tabela 2). Isso, provavelmente deve-se ao seu potencial genético produtivo ou as características pedológicas do local de plantio, tendo em vista que as condições climáticas nos dois locais de ocorrência natural e do plantio são muito semelhantes.

Tabela 1- Análise de deviance para os caracteres silviculturais em um teste de progênes e procedências de *A. fraxinifolium*, aos 18 anos em plantio consorciado com progênes de *J. cuspidifolia*, em Selvíria - MS.

Caracteres	\hat{m}	LRT		
		Parcelas	Progênes	Procedências
DAP (cm)	11,12	-5,61*	-23,8*	-9,18*
ALT (m)	9,08	-20,95*	-10,58*	-37,04*
DMC (m)	4,12	-9,22*	-12,3*	0,00 ^{ns}
FOR	3,71	-2,39 ^{ns}	-1,53 ^{ns}	-0,12 ^{ns}
SOB (%)	76	-7,67*	-2,59 ^{ns}	-4,87*

DAP: diâmetro a altura do peito, ALT: altura total, DMC: diâmetro médio da copa, FOR: forma de fuste, SOB: sobrevivência, LRT: Teste da razão de verossimilhança, \hat{m} : média, * significativo a 1%, ^{ns} não significativo. Fonte: Autoria própria.

Atualmente, o teste encontra-se com 1116 e 1180 indivíduos das procedências de Ilha Solteira e Selvíria, respectivamente. As progênes de *A. fraxinifolium* aos 18 anos apresentaram taxa de sobrevivência de 74% para procedência de Ilha Solteira e 78% para a de Selvíria, indicando boa adaptação da espécie ao local de plantio, principalmente se compararmos a média de sobrevivência de espécies nativas (Tabela 2). Aos quatro anos de idade a taxa de sobrevivência do teste era de 81%, (AGUIAR et al., 2003). Durante os primeiros anos após o plantio houve uma mortalidade maior se comparada aos anos seguintes, umas das hipóteses é a não adaptação de alguns indivíduos às condições pedoclimáticas. Segundo Sebbenn et al. (2009b) a taxa de mortalidade maior em idade precoce pode ser também devida à seleção natural contra indivíduos endogâmicos que, em geral, é maior nos primeiros anos de idade.

Na análise individual de cada procedência (Tabela 2), foram detectadas diferenças significativas para o efeito de progênes e parcelas para os caracteres avaliados, exceto para FOR na procedência de Selvíria. Tal resultado permite inferir que o delineamento experimental utilizado foi adequado para controlar o ambiente e efetivo para detectar variação entre e dentro de progênes. Souza et al. (2003) não observaram diferenças significativas para todos os caracteres em progênes de *A. fraxinifolium* procedentes de Selvíria-MS aos quatro

anos de idade. Segundo os autores, provavelmente não houve tempo para a expressão da variação entre as progênies por se encontrar muito juvenil ainda, o que justifica a necessidade de estudos mais prolongados para a espécie.

A procedência de Selvíria apresentou valores médios superiores à de Ilha Solteira para todos os caracteres avaliados; 9,54 m e 8,62 m (ALT); 11,45 cm e 10,78 cm (DAP); 4,14 m e 4,10 m (DMC) e 3,73 e 3,69 (FOR) (Tabela 2). Aguiar et al. (2003) também observaram resultados semelhantes nos quatros primeiros anos após o plantio para esse mesmo experimento. Otsubo et al. (2015) também observaram que uma procedência *A. fraxinifolium* de Selvíria apresentou desempenho em crescimento superior aos 14 anos de idade (8,60 m, 9,40 cm e 3,10 m; para ALT, DAP e DMC, respectivamente) se comparada à média desse teste, porém a FOR foi inferior (3,42). O efeito de competição ocorrido entre os indivíduos da mesma espécie e de *J. cuspidifolia* pode ter contribuído para o menor desempenho dessa procedência. Por outro lado, o plantio consorciado com o *J. cuspidifolia* favoreceu uma boa forma para o *A. fraxinifolium*. Souza et al. (2003) verificaram que o sistema de plantio consorciado foi menos favorável para o desenvolvimento das plantas de *A. fraxinifolium*, porém proporcionou uma melhor forma de fuste. Portanto, o plantio dessa espécie em sistema heterogêneo e menos adensado deve ser considerado, principalmente, se a finalidade for madeira para desdobro.

4.1.2 Estimativas de parâmetros genéticos

O controle da variação experimental, bem como dentro de parcelas, foi eficiente no teste. Isso pode ser confirmado a partir dos coeficientes de variação experimental, variação relativa e de parcela (Tabela 2). De maneira geral, o CV_e para procedência de Ilha Solteira foi maior que de Selvíria para todos os caracteres. Valores desse coeficiente na ordem de 10 a 20% podem ser considerados baixos para experimentos em que ocorre competição entre plantas (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002). O efeito da heterogeneidade ambiental dentro dos blocos não foi verificado conforme as estimativas do coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas ($C_{parc.}^2$), para os caracteres avaliados. Os valores variaram de 1% a 11%, havendo assim homogeneidade dentro dos blocos. A procedência de Selvíria apresentou maior coeficiente de variação relativa (CV_r) para DAP e FOR e a de Ilha Solteira para o DAP e ALT. Para sucesso na seleção o caráter DAP é o mais indicado pelo fato de apresentar

maiores valores de CV_r para as duas procedências, além de ser de fácil mensuração e apresentar alta correlação com a altura.

As estimativas do coeficiente de herdabilidade individual no sentido restrito variaram de 0,08 a 0,37. Os valores desse coeficiente são considerados altos para o DAP e a ALT da procedência de Selvíria, moderados para os caracteres DAP, ALT, DMC e FOR para a de Ilha Solteira e para o DMC de Selvíria. Esse parâmetro genético é fundamental na predição de ganho devido à seleção, expressando-se a confiança do valor fenotípico como estimador do valor genético (FALCONER; MACKAY, 1996). A herdabilidade com base em média de progênies (\hat{h}_m^2) foram altas para todos os caracteres nas duas procedências (0,59 a 0,78), exceto para FOR na procedência de Selvíria (0,43). A herdabilidade aditiva dentro de parcela (\hat{h}_{ad}^2) foi semelhante a \hat{h}_a^2 variando de 0,07 a 0,32 (Tabela 2). Otsubo et al., (2015) estudando uma população de *A. fraxinifolium* aos 15 anos de idade verificaram herdabilidades moderadas para os caracteres ALT, DAP, DMC e FOR. Segundo os autores, os valores variaram de 0,17 a 0,22 para \hat{h}_a^2 ; 0,51 a 0,57 para \hat{h}_m^2 e 0,14 a 0,19 para \hat{h}_{ad}^2 .

O caráter DAP foi o que apresentou os maiores valores para todas as herdabilidades na procedência de Selvíria. Na procedência de Ilha Solteira o DAP apresentou estimativas maiores somente para o coeficiente de herdabilidade em nível de média de progênies. Altas herdabilidades indicam um bom controle genético o que possibilita progressos genéticos com a seleção entre progênies. Portanto, a população possui potencial evolutivo para responder a mudanças ambientais, já que parte significativa da variação fenotípica observada nos caracteres é de origem genética (FREITAS et al., 2006; SEBBENN et al., 2009b).

As estimativas de herdabilidades (\hat{h}_m^2 e \hat{h}_{ad}^2), acurácia (r_{aa}) e do coeficiente de variação relativa (CV_r) foram altas para os caracteres ALT, DAP e DMC. Sugere-se o uso desses caracteres no processo de seleção individual ou entre progênies. Portanto, as procedências apresentam uma base genética ampla e se for explorada de maneira adequada, poderá gerar ganhos significativos ao longo das gerações de seleção. A seleção das melhores progênies ou árvores de cada progênie proporcionará a formação de um Pomar de Sementes por Mudanças que pode ser utilizado para diversos fins.

A procedência de Selvíria apresentou um coeficiente de variação genético (CV_{gi} e CV_{gp}) maior do que a procedência de Ilha Solteira para DAP e ALT. Com base nos resultados obtidos para algumas espécies nativas, tais como *H. vellosi*, *B. riedelianum* e *Myracrodruon urundeuva* (BATISTA et al., 2012; SEBBENN et al., 2007; FREITAS et al.,

2007), pode se concluir que para as duas populações em estudo encontrou se valores moderados a altos variando de 6,11% a 24,33%. As acurácias foram altas para todos os caracteres de crescimento estudados (0,76 a 0,89), exceto para o caráter FOR da procedência de Selvíria (0,65) que mesmo assim, é considerado adequado segundo Resende (2002a).

Tabela 2- Estimativa de parâmetros genéticos para diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (ALT), diâmetro médio da copa (DMC) e forma de fuste (FOR) aos 18 anos de idade de um do teste de progênies e procedências de *A. fraxinifolium* em plantio consorciado com progênies *J. cuspidifolia*, instalado em 1996 no município de Selvíria-MS.

Procedências	Ilha Solteira				Selvíria			
	DAP (cm)	ALT (m)	DMC (m)	FOR	DAP (cm)	ALT (m)	DMC (m)	FOR
\hat{m}	10,78	8,62	4,10	3,69	11,45	9,54	4,14	3,73
\hat{h}_a^2	0,28 (± 0,09)	0,27 (± 0,09)	0,29 (± 0,9)	0,28 (± 0,09)	0,37 (± 0,10)	0,35 (± 0,1)	0,22 (± 0,08)	0,08 (± 0,04)
C_{parc}^2	0,05	0,10	0,06	0,03	0,04	0,07	0,11	0,05
\hat{h}_{mp}^2	0,71	0,64	0,69	0,74	0,78	0,73	0,59	0,43
$r_{\hat{a}a}$	0,84	0,80	0,83	0,86	0,88	0,85	0,76	0,65
\hat{h}_{ad}^2	0,23	0,24	0,23	0,23	0,32	0,31	0,20	0,07
CV_{gi} (%)	21,85	18,86	15,66	11,36	24,33	19,82	13,60	5,66
CV_{gp} (%)	10,92	9,43	8,25	5,68	12,16	9,91	6,8	2,83
CV_e	15,59	15,64	12,32	7,45	14,34	13,46	12,76	7,22
CV_r	0,70	0,6	0,67	0,76	0,84	0,73	0,53	0,39
LRT (χ^2) _{parc}	-8,22**	-23,89**	-10,45**	-3,18 ^{ns}	-6,82**	-16,62*	-31,2*	-7,22*
LRT (χ^2) _{prog}	-16,7*	-23,89*	-14,58*	-18,52*	-26,82*	-19,62*	-8,82*	-2,98 ^{ns}

\hat{h}_a^2 herdabilidade individual dos efeitos aditivos; C_{parc}^2 coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; \hat{h}_m^2 e \hat{h}_{ad}^2 são as herdabilidades com base em médias de progênies e aditiva dentro de parcela; $r_{\hat{a}a}$ é a acurácia; CV_{gi} , CV_{gp} , CV_e e CV_r são os coeficientes de variação genética aditiva individual, genotípica entre progênies, variação experimental e variação relativa, respectivamente; \hat{m} média geral; LRT_{parc} e LRT_{prog}: Teste da razão de verossimilhança de parcela e progênie; **significativo a 1%; * significativo a 5%, ^{ns} não significativo. Fonte: Autoria própria.

4.1.3 Correlações genéticas e fenotípicas

As correlações fenotípicas, exceto para FOR da procedência de Selvíria, apresentaram valores inferiores as genéticas. As correlações genéticas e fenotípicas para um mesmo caráter

são frequentemente distintas indicando que as causas da variação genética e do ambiente afetam os caracteres por meio de mecanismos fisiológicos diferentes. As causas genéticas e ambientais da correlação se combinam para dar a correlação fenotípica. Se ambos os caracteres apresentarem baixa herdabilidade a correlação fenotípica é determinada principalmente pela correlação ambiental. Se eles apresentarem altas herdabilidades a correlação genética é a mais importante (FALCONER; MACKAY, 1996).

Correlações genéticas altas e positivas foram observadas entre DAP e ALT, DAP e DMC, moderadas e positivas entre ALT e DMC e fracas e positivas entre FOR e os demais caracteres conforme classificação de Santos (2007). Em geral se observa em espécies arbóreas altas correlações genéticas entre DAP e ALT. Para caracteres com alta correlação, como as obtidas no presente trabalho, a probabilidade de seleção em um caráter e a obtenção de ganhos indiretos em outro é relativamente alta. Assim, por ser de fácil medição e indicar que ao selecionar o DAP haverá também aumentos significativos para ALT e DMC, esse caráter deve ser priorizado para estimativas de ganho com a seleção. A seleção com base no DAP favorecerá o estabelecimento de um pomar de sementes com indivíduos com boa taxa de crescimento, bem como copas mais amplas viabilizando a produção de sementes.

Tabela 3- Acima da diagonal as correlações genéticas e abaixo as fenotípicas entre caracteres silviculturais aos 18 anos de idade de um do teste de progênes e procedências de *A. fraxinifolium* em plantio consorciado com progênes de *J. cuspidifolia*, instalado em 1996 no município de Selvíria-MS.

Procedência	Ilha Solteira				Selvíria			
	Variáveis	DAP	ALT	DMC	FOR	DAP	ALT	DMC
DAP	-	0,86	0,87	0,45	-	0,89	0,86	0,19
ALT	0,79	-	0,72	0,44	0,77	-	0,79	0,22
DMC	0,73	0,61	-	0,34	0,72	0,59	-	0,12
FOR	0,25	0,26	0,12	-	0,25	0,24	0,12	-

DAP- Diâmetro a altura do peito, ALT-altura total, DMC-diâmetro médio da copa, FOR-forma do fuste. Todas correlações foram significativas a 1% pelo test t. Fonte: Autoria própria.

4.1.4 Seleção de indivíduos

Na estação reprodutiva de um total de 1116 indivíduos na procedência de Ilha Solteira foram observadas flores em 125 e de 1180 na de Selvíria somente em 191 árvores. A procedência de Selvíria apresentou uma porcentagem maior de florescimento (16%), que a de

Ilha Solteira (11%). Do total de árvores que floresceram, 72% e 70% são árvores masculinas e 28% e 30% femininas, respectivamente para Selvíria e Ilha Solteira.

Todas as progênies apresentaram no mínimo uma árvore em florescimento na procedência de Selvíria (Tabela 4). De maneira geral, a progênie 1 apresentou maior número de indivíduos com flores e também o maior número de indivíduos masculinos nas duas procedências. As progênies 8 e 30 não apresentaram nenhum indivíduo com flores na procedência de Ilha Solteira. As progênies 14 e 21 não apresentaram nenhum indivíduo masculino e as 7, 9, 10, 17, 18, 20, 24, 25 e 28 nenhum indivíduo feminino na procedência de Ilha Solteira. A progênie com maior número de indivíduos femininos foi a progênie 3 e as 16 e 30 nas procedências de Ilha Solteira e Selvíria, respectivamente. As progênies 13, 15, 19 e 26 da procedência de Selvíria não apresentaram nenhum indivíduo feminino.

Tabela 4- Sexagem dos indivíduos e distribuição entre e dentro das progênes no teste de procedências e progênes de *A. fraxinifolium* em Selvíria-MS, 2014.

Proc	Ilha Solteira					Selvíria				
	Prog	Total*	Masc.	Fem.	Razão sexual	Não floresceu	Total*	Masc.	Fem.	Razão sexual
1	42	12	1	12:1	29	41	13	3	4:1	25
2	38	3	3	1:1	32	39	2	4	1:2	33
3	43	5	6	1:1	32	39	3	3	1:1	33
4	37	2	1	2:1	34	37	7	1	7:1	29
5	43	4	2	2:1	37	41	4	2	2:1	35
6	43	4	3	1:1	36	33	1	1	1:1	31
7	42	2	0	2:0	40	36	2	2	1:1	32
8	39	0	0	0	39	42	7	4	2:1	31
9	35	3	0	3:0	32	40	8	3	2:1	29
10	41	1	1	1:1	39	39	4	1	4:1	34
11	43	5	1	5:1	37	37	4	1	4:1	32
12	43	5	2	2:1	36	37	6	3	2:1	28
13	33	1	1	1:1	31	38	2	0	2:0	36
14	27	0	1	0:1	26	36	2	1	2:1	33
15	39	6	2	3:1	31	40	2	0	2:0	38
16	41	1	1	1:1	39	44	4	5	1:1	35
17	24	3	0	3:0	21	38	6	1	6:1	31
18	33	1	0	1:0	32	39	2	1	2:1	36
19	33	1	1	1:1	31	38	2	0	2:0	36
20	37	3	0	3:0	34	44	8	2	4:1	34
21	29	0	1	0:1	28	37	1	1	1:1	35
22	39	5	1	5:1	33	43	5	2	2:1	36
23	43	7	1	7:1	35	36	3	1	3:1	32
24	36	2	0	2:1	34	45	9	1	9:1	35
25	34	1	0	1:0	33	36	5	3	1:1	28
26	33	6	2	3:1	25	39	3	0	3:0	36
27	39	2	2	1:1	35	40	3	1	3:1	36
28	38	1	0	1:0	37	36	3	2	1:1	31
29	38	4	2	2:1	32	48	7	3	2:1	38
30	31	0	0	0	31	42	8	5	1:1	29

Proc.- procedência, Prog.- progênes, Masc.- flores masculinas, Fem- flores femininas, * indivíduos sobreviventes. Fonte: Autoria própria.

A taxa de florescimento do *A. fraxinifolium* foi baixa se comparada à espécie *M. urundeuva* (BERTONHA et al., 2016). Os autores verificaram florescimento de 80,9% para *M. urundeuva* em sistema de plantio homogêneo e 41,8% em sistema misto com *Corymbia citriodora* aos 16 anos. Assim como no presente trabalho, os autores constataram uma predominância de florescimento de plantas masculinas, aproximadamente 5:1 (BERTONHA et al., 2016). Esses resultados diferem da razão sexual encontrada na natureza, 1:1, como

sugere Opler e Bawa (1978) e também em estudos para as espécies *Virola sebifera* (LENZA e OLIVEIRA, 2006), *Tapirira guianensis* (LENZA; OLIVEIRA, 2005), *Araucaria angustifolia* (PALUDO et al., 2009) e *Neea theifera* (AMORIM et al., 2011). Contudo, Amorim e Oliveira (2006) verificaram para *Amaioua guianensis* razão sexual de 1,49 para o sexo masculino. Os autores acreditam que pressões ambientais favoreceram a propagação vegetativa dos indivíduos masculinos, aliado também a menor limitação que os femininos em termos energéticos para a propagação. No presente teste, o ideal seria realizar a sexagem de todos os indivíduos antes de realizar um desbaste seletivo. Porém, acredita-se que o desbaste seletivo de menor intensidade, eliminando somente os indivíduos inferiores, será necessário para proporcionar espaço e luz suficiente para desenvolvimento da copa, e conseqüentemente, para que os indivíduos selecionados possam florescer. Após o florescimento dos indivíduos é necessária a sexagem para que em futuras seleções predominem a razão sexual de 1:1, com a proposta de manter maior variabilidade genética.

Entender a relação entre o tamanho efetivo populacional (N_e) e o tamanho real de uma população é de fundamental importância para planejar estratégias de manejo para a conservação. O N_e foi calculado considerando cruzamentos perfeitamente aleatórios e com a possibilidade de as progênies amostradas terem recebido pólen de diferentes conjuntos gênicos. Também foi considerada a possibilidade de florescimento de todos os indivíduos em proporção de 1:1 de machos e fêmeas. Para procedência de Ilha Solteira observou-se um N_e de 108,35 e para a de Selvíria de 108,92, sem considerar a seleção. Segundo Vencovsky (1987) um N_e da ordem de 50 em conservação *ex situ* consegue reter alelos com frequência $\geq 6\%$, porém para reter alelos com frequência $\geq 1\%$ é necessário um N_e da ordem de 150. Para atingir esse valor deve ser amostrado pelo menos 100 sementes de cerca de 40 matrizes da natureza, em populações alógamas.

O N_e nesse experimento poderia aumentar se considerar as duas procedências como uma única população. Porém, isso não foi considerado porque houve diferença significativa entre elas. Cruzamentos entre os indivíduos das duas procedências podem ocorrer naturalmente pelo fato dos indivíduos de cada procedência terem sido plantados intercaladamente. Os indivíduos não encontram barreiras geográficas, como barreiras físicas ou isolamento. No futuro, estudos com aplicação de ferramentas moleculares poderão ser úteis para esclarecer a estrutura genética e o grau de parentesco entre os indivíduos desse teste, e dos que serão estabelecidos com as sementes procedentes de outras procedências ou plantios. Além disso, a sexagem dos indivíduos a partir da época do florescimento ou com aplicação de tecnologias moleculares. Portanto, para uma conservação mais efetiva propõe-se

aplicar uma seleção de menor intensidade no teste, em torno de 50% dos indivíduos. Foram selecionados os 750 melhores indivíduos remanescentes de cada procedência, considerando duas formas de seleção: seleção dos melhores indivíduos sendo $kf = 25$ para todas as progênies ($kf = k \neq 0$) e para outra seleção os melhores indivíduos independente do número de indivíduos por progênie.

Após a seleção, o tamanho efetivo populacional para as duas procedências e para os dois tipos de seleção foi o mesmo (103,43). Isso ocorreu porque na fórmula de tamanho efetivo populacional (VENCOVSKY et al., 2012) foi considerado o mesmo número de indivíduos (750 indivíduos), intensidade de seleção (50%) e razão sexual para as duas procedências. A seleção aplicada afetou pouco o tamanho efetivo populacional do teste (Tabela 5). Após o florescimento de uma porcentagem maior de indivíduos (acima de 50%) sugere-se estimar novamente o tamanho efetivo populacional antes de uma nova proposta de manejo seletivo. Assim, a real razão sexual e/ou outros valores poderão ser considerados.

A diversidade (\hat{D}) do experimento após a seleção da procedência de Ilha Solteira e Selvíria correspondem a aproximadamente 1,00 considerando o kf fixo. Para o kf variável \hat{D} foi de 0,82 e 0,81 para Ilha Solteira e Selvíria, respectivamente (Tabela 5). Indicando que a seleção com o kf fixo mantém a diversidade genética inicial, enquanto que a seleção com o kf variável houve uma diminuição dessa diversidade (\hat{D}). Esses resultados são compatíveis a outros trabalhos com espécies nativas (FREITAS et al., 2006; SEBBENN et al., 2007; FREITAS et al., 2008; GUERRA et al., 2009; SEBBENN et al., 2009a; SEBBENN et al., 2009b; KUBOTA et al., 2015).

O ganho com a seleção foi superior para a procedência de Selvíria nas duas formas de seleção (kf fixo: 5,13% e kf variável: 7,68%) quando comparado com a procedência de Ilha Solteira (kf fixo: 3,19% e kf variável: 5,56%) (Tabela 5). Porém, as duas procedências apresentaram ganhos inferiores em relação a outra população desta espécie estabelecida em outro ensaio (OTSUBO et al., 2015). Para todas as populações o ganho com seleção foi maior com a estratégia de kf variável.

Considerando baixa frequência desta espécie em remanescentes de florestas estacionais decíduas no domínio do cerrado, quando comparada com outras espécies (SANTOS et al., 2007), e pelo fato da espécie estar ameaçada de extinção, faz-se necessária a sua conservação. Portanto, como estratégia de seleção será adequada a utilização do kf fixo, que apesar de apresentar ganho de seleção baixo, permitirá que a variabilidade genética da população seja mantida. Além disso, espera-se que diminua a probabilidade de cruzamentos

entre parentes, para o fornecimento de sementes com menor endogamia e potencial evolutivo para reflorestamentos ambientais.

Tabela 5- Ganho na seleção baseado no DAP em progênies de *A. fraxinifolium* procedentes da região de Ilha Solteira-SP e Selvíria-MS e consorciado com progênies de *J. cuspidifolia*, em duas condições: $k_f = k \neq 0$, $k_f = \forall k \neq 0$, aos 18 anos de idade em Selvíria-MS.

Ilha Solteira				Selvíria			
$k_f = k \neq 0$		$k_f = \forall k \neq 0$		$k_f = k \neq 0$		$k_f = \forall k \neq 0$	
Progênies	k_f	Progênies	k_f	Progênies	k_f	Progênies	k_f
1	25	1	39	1	25	1	37
2	25	2	36	2	25	2	24
3	25	3	42	3	25	3	7
4	25	4	16	4	25	4	35
5	25	5	17	5	25	5	20
6	25	6	20	6	25	6	2
7	25	7	30	7	25	7	15
8	25	8	6	8	25	8	21
9	25	9	18	9	25	9	39
10	25	10	17	10	25	10	32
11	25	11	42	11	25	11	26
12	25	12	41	12	25	12	30
13	25	13	21	13	25	13	21
14	25	14	4	14	25	14	32
15	25	15	24	15	25	15	8
16	25	16	17	16	25	16	30
17	24	17	16	17	25	17	30
18	25	18	4	18	25	18	8
19	25	19	13	19	25	19	12
20	25	20	30	20	25	20	31
21	25	21	22	21	25	21	5
22	25	22	39	22	25	22	39
23	25	23	41	23	25	23	27
24	25	24	36	24	25	24	45
25	25	25	20	25	25	25	31
26	25	26	32	26	25	26	6
27	25	27	36	27	25	27	27
28	25	28	14	28	25	28	28
29	25	29	36	29	25	29	41
30	25	30	21	30	25	30	41
n	749	-	750	-	750	-	750
N_{fo}	30	-	30	-	30	-	30
N_f	30	-	30	-	30	-	30
\bar{k}_f	24,97	-	25	-	25	-	25
$\hat{\sigma}_{k_f}^2$	0,033	-	140,27	-	0	-	149,31

N_e	103,43	-	103,45	-	103,45	-	103,45
$\mu(cm)$	12,47	-	12,51	-	13,64	-	13,61
$\hat{a}(cm)$	0,40	-	0,69	-	0,70	-	1,045
$\hat{G}_s(\%)$	3,19	-	5,56	-	5,13	-	7,68
\hat{D}	0,99	-	0,82	-	1,00	-	0,81

Número de indivíduos selecionados (n); número original de famílias (N_{fo}); número de famílias selecionadas (N_f); número médio de indivíduos selecionados por família (\bar{k}_f); variância do número de indivíduos selecionados por família ($\hat{\sigma}_{kf}^2$); tamanho efetivo populacional (N_e); média do experimento para o DAP (μ); efeito genético aditivo (\hat{a}); ganho de seleção (\hat{G}_s); diversidade genética (\hat{D}). Fonte: Autoria própria.

4.1.5 Divergência genética

A distância generalizada de Mahalanobis (D^2) foi estimada para cada procedência e somente as maiores e menores distâncias em relação às demais progênie encontram-se apresentadas na Tabela 10. Na procedência de Ilha Solteira a progênie 3 apresenta a maior distância em relação à progênie 14 ($D^2 = 31,75$) e a menor distância é entre a progênie 15 e 28 ($D^2 = 0,29$); na procedência de Selvíria a distância máxima ($D^2 = 22,97$) foi observada entre as progênie 21 e 24, e a mínima ($D^2 = 0,23$) entre as progênie 3 e 18. Segundo Xavier et al., (1996), a análise multivariada proporciona informações que irão auxiliar no processo de seleção das progênie, bem como da alocação espacial destas em pomar de sementes, na tentativa de buscar cruzamentos entre as mais divergentes. Assim, genitores que produzem descendentes mais divergentes podem ser plantados próximos a fim de favorecer os cruzamentos entre estes e gerar descendentes heteróticos. Além disso, também produzirá maior variabilidade genética nas gerações descendentes.

Tabela 6- Distâncias generalizadas de Mahalanobis (D^2) entre as progênies de *A. fraxinifolium*, aos 18 anos de idades, em Selvíria-MS.

D^2 Ilha Solteira					D^2 Selvíria				
Prog	Maior	Prog	Menor	Prog	Prog	Maior	Prog	Menor	Prog
1	18,52	9	0,93	11	1	20,55	6	0,79	9
2	13,56	23	0,85	27	2	9,52	16	0,51	10
3	31,75	14	3,20	29	3	22,53	24	0,23	18
4	12,51	3	0,49	16	4	21,40	21	2,33	12
5	19,79	3	0,96	8	5	14,37	24	1,86	16
6	17,93	14	1,10	10	6	22,80	29	2,23	7
7	18,45	7	0,52	16	7	16,13	1	1,38	27
8	25,70	3	0,96	5	8	13,73	4	1,70	15
9	18,52	1	1,10	20	9	21,46	26	0,79	1
10	18,06	14	1,10	6	10	10,73	21	0,51	2
11	18,41	30	0,93	1	11	16,38	29	0,35	13
12	16,19	17	1,10	7	12	18,45	29	0,96	11
13	14,45	23	1,73	15	13	13,92	29	0,35	11
14	31,75	3	5,21	24	14	14,86	29	0,66	28
15	17,99	14	0,29	28	15	13,99	9	1,65	26
16	14,72	17	0,49	4	16	19,72	6	1,86	5
17	20,33	23	1,20	21	17	10,28	29	0,80	28
18	17,13	23	1,31	19	18	20,87	24	0,23	3
19	15,39	3	0,74	25	19	22,13	23	2,09	13
20	12,46	17	1,10	9	20	15,78	23	1,99	16
21	18,60	5	1,20	17	21	22,97	24	3,45	15
22	15,84	17	1,38	23	22	19,30	23	2,22	20
23	20,33	17	1,38	22	23	22,13	19	3,70	28
24	14,95	3	2,00	20	24	22,97	21	2,54	30
25	15,56	3	0,74	19	25	18,24	29	1,74	17
26	15,16	10	2,26	24	26	21,46	9	1,65	15
27	9,81	14	0,85	2	27	10,73	9	0,54	10
28	17,53	23	0,29	15	28	13,96	29	0,66	14
29	16,29	14	1,35	2	29	22,80	6	3,44	20
30	18,41	11	1,34	9	30	18,80	21	1,72	10
Max	31,75	Prog	14 e 3		Max	22,97	Prog	24 e 21	
Mini	0,29	Prog	15 e 28		Mini	0,23	Prog	3 e 18	

Prog- progênie, Max- máxima distância, Mini- mínima distância. Fonte: Autoria própria.

O método de otimização de Tocher tem por finalidade realizar a partição de um conjunto de genótipos em grupos mutuamente exclusivos. Ele adota como critério que as medidas de distância dentro de cada grupo devem ser menores que as distâncias médias entre quaisquer grupos. Portanto, possibilitou a separação das progênies em oito grupos na procedência de Ilha Solteira (Tabela 11). O grupo I é formado por 40% das progênies, sendo a

maior concentração. Os outros grupos variam de 20% a 3% das progênies. A progênie 3 ganha destaque por apresentar dissimilaridade e alto desempenho em relação aos demais grupos, devendo ser priorizada em programas de melhoramento genético. Na procedência de Selvíria o agrupamento das progênies foi menor, se distribuindo em quatro grupos, onde o grupo I concentrou aproximadamente 77% das progênies. Nos outros grupos a distribuição das progênies variaram de 10% a 6%. O grupo III, formado pelas progênies 24 e 29, foi o que apresentou o melhor desempenho se comparado aos outros grupos (Tabela 12).

Os caracteres morfológicos utilizados, assim como o estudo da distância de Mahalanobis e a análise de agrupamento pelos métodos de Tocher foram eficazes para identificarem progênies divergentes. Essas informações são uteis para orientar a conservação e programas de melhoramento da espécie.

Tabela 7- Formação de grupos com base no método de aglomeração (Otimização de Tocher) e médias de caracteres crescimento de progênies de *A. fraxinifolium* da procedência de Ilha Solteira, aos 18 anos, em Selvíria-MS.

Grupos	Progênies	Total	DAP (cm)	ALT (m)	DMC (m)
I	4 7 10 12 13 15 16 18 20 27 28 29	12	10,27	8,59	3,84
II	1 2 6 11 19 25	6	11,08	9,0	4,36
III	5 8	2	9,34	7,34	4,02
IV	17 21	2	10,65	8,89	4,08
V	9 30	2	10,14	7,83	3,59
VI	22 23 24 26	4	12,64	9,16	4,59
VII	14	1	8,17	5,75	3,39
VIII	3	1	13,98	11,5	4,78
Total		30	10,78	8,52	4,08

DAP: Diâmetro a Altura do Peito, ALT: Altura total e DMC: Diâmetro Médio da Copa. Fonte: Autoria própria.

Tabela 8- Formação de grupos com base no método de aglomeração (Otimização de Tocher) e médias de caracteres de crescimento de progênies de *A. fraxinifolium* da procedência de Selvíria, aos 18 anos, em Selvíria-MS.

Grupos	Progênies	Total	DAP (cm)	ALT (m)	DMC (m)
I	2 3 4 5 6 7 8 10 11 12 13 14 15 17 18 19 20 22 25 26 27 28 30	23	11,15	9,23	4,08
II	1 9 16	3	13,11	10,48	4,10
III	24 29	2	13,18	11,17	4,73
IV	21 23	2	10,36	9,87	3,84
Total		30	11,95	10,19	4,19

DAP: Diâmetro a Altura do Peito, ALT: Altura total e DMC: Diâmetro Médio da Copa. Fonte: Autoria própria.

4.2 *Jacaranda cuspidifolia*

4.2.1 *Caracteres silviculturais*

A taxa de sobrevivência observada para as progênies de *J. cuspidifolia* foi de 71%. O resultado é semelhante a espécie do mesmo grupo de sucessão, secundária inicial, como a *Cordia trichotoma* aos 19 anos que apresentou 78,9% de sobrevivência (FREITAS et al., 2006). O valor é menor que o obtido para espécies secundárias tardias, que em geral possuem um ciclo de vida mais longo, tais como *Myracrodruon urundeuva* aos 15 anos de idade, 90% (GUERRA et al., 2009), *Gallesia integrifolia* aos 20 anos de idade, 87,6% (FREITAS et al., 2008), *Cariniana legalis* aos 26 anos de idade, 84,9% (SEBBENN et al., 2009a), *Balfourodendron riedelianum* aos 21 anos, 81,5% (SEBBENN et al., 2007) e *M. urundeuva* aos 17 anos de idade, 74% (FREITAS, 2007).

A sobrevivência de *J. cuspidifolia* observada no teste aos quatro anos de idade foi de 95% (AGUIAR, 2001). A crescente mortalidade com o passar dos anos possivelmente foi decorrente do abafamento provocado pelo crescimento dos indivíduos e pelo seu ciclo de vida que pode ser de 10 a 20 anos. O teste é misto com *A. fraxinifolium*, uma espécie secundária tardia que apresenta crescimento moderado, mas com o passar dos anos busca pela luz, portando seu crescimento em altura e copa acima do *J. cuspidifolia* provoca uma seleção natural dentro do experimento. Isto justifica a necessidade de um desbaste para abertura de clareiras que possam prolongar a sobrevivência dos indivíduos de *J. cuspidifolia* escolhidos

para o fornecimento de sementes, além de crescimento de copa e retirada de madeira funcional.

Os valores médios para os caracteres de crescimento aos 18 anos foram: 10,86 m; 14,34 cm e 4,79 m para ALT, DAP e para DMC, respectivamente (Tabela 6). Os indivíduos do mesmo teste aos quatro anos de idade apresentavam em média ALT de 6,51 m, diâmetro a 30 cm do solo de 7,31 cm e DMC de 2,17 m (AGUIAR, 2001). Observa-se que ao longo dos anos os indivíduos mantiveram um ritmo de crescimento moderado para uma espécie nativa. Outras espécies nativas avaliadas na região do estado de São Paulo e Selvíria-MS apresentaram os seguintes desempenhos de crescimento, para ALT e DAP: *C. trichotoma* aos 19 anos de idades foi de 13,78 m e 15,69 cm (FREITAS et al., 2006); *M. urundeuva* aos 17 anos de idade apresentaram 11,5 m e 13,1 cm (FREITAS et al., 2007); *C. legalis* aos 26 anos de idade foi de 15,32 m e 16,07 cm (SEBBENN et al., 2009a); *T. heptaphytla* aos 21 anos de idade foi de 18,4 m e 13,5 cm; *G. integrifolia* aos 23 anos de idade apresentou 15,85 m e 18,58 cm (SEBBENN et al., 2009b). A espécie *M. urundeuva* aos 15 anos de idade apresentou valor menor, 2,99 m para o caráter DMC (GUERRA et al., 2009); os valores médios de DMC para *M. urundeuva*, *A. fraxinifolium* e *Terminalia argentea* aos 15 anos de idade foram de 3,37 m; 3,10 m e 4,17 m para o DMC (OTSUBO et al., 2015). O desempenho em crescimento de cada espécie nativa é bem variado. Possivelmente a variação entre os valores está relacionada às características intrínsecas de cada espécie, à composição genética de cada população e suas estratégias de sobrevivência no meio. Além disso, os resultados apresentados foram avaliados em idades diferentes em cada espécie.

A média da forma de fuste para o *J. cuspidifolia* foi de 3,52, sendo superior a outras espécies estudadas como: *Astronium graveolens* que foi de 3,19 (ARAÚJO et al., 2014), *B. riedelianum* foi de 1,83 (SEBBENN et al., 2007) e 3,38 (KUBOTA et al., 2015), *C. legalis* apresentou de 3,03 (SEBBENN et al., 2009a), para *C. trichotoma* foi de 3,30 (FREITAS et al., 2006), *Dipteryx alata* foi de 3,39 (ZARUMA et al., 2015), *G. integrifolia* foi de 1,54 (SEBBENN et al., 2009b) e 1,34 (FREITAS et al., 2008), *Handroanthus vellosi* apresentou 2,9 (BATISTA et al., 2012), *M. urundeuva*, 2,46 (FREITAS et al., 2006) e 3,38 (GUERRA et al., 2009), *Peltophorum dubium*, 3,32 (SENNA et al., 2012) e *Tabebuia heptaphylla* foi de 1,92 (FREITAS et al., 2008). Souza et al. (2003) verificaram uma forma de fuste de 3,62 em sistema de plantio homogêneo e 3,72 em sistema de plantio consorciado para *A. fraxinifolium*. Otsubo et al., (2015) verificaram notas de 3,27, 3,42 e 3,58 respectivamente para *M. urundeuva*, *A. fraxinifolium* e *T. argentea* em sistema de plantio consorciado. A forma de

fuste, provavelmente, foi favorecida positivamente pelo sistema de plantio consorciado, como também verificado por Souza et al., (2003) e Otsubo et al., (2015).

4.2.2 Estimativas de parâmetros genéticos

Na análise de deviance foram detectadas diferenças significativas a 1% de probabilidade entre e dentro de progênes para os todos os caracteres analisados (Tabela 6). Essas diferenças significativas sugerem que a população apresenta variabilidade genética que pode ser explorada a longo prazo para fins de conservação e melhoramento genético. Portanto, a estratégia de amostragem no local de origem reteve a variação natural na população conservada *ex situ*.

O coeficiente de determinação dos efeitos ambientais entre parcelas ($C_{parc.}^2$) quantifica a variabilidade dentro dos blocos. Se alto, significa alta variabilidade ambiental entre as parcelas. Esta população de *J. cuspidifolia* apresentou valores baixos que variaram de 0,02 a 0,10. Portanto o efeito da heterogeneidade ambiental dentro dos blocos não foi verificado ($C_{parc.}^2$) para os caracteres avaliados, havendo assim homogeneidade dentro dos blocos. Segundo Resende (2002a), estimativas ideais de $C_{parc.}^2$ são valores iguais ou inferiores a 0,10. O coeficiente de variação experimental (CV_e) foram baixos variando de 4,10 a 12,63. O CV_r que é a fração entre estes dois coeficientes (genotípico e experimental) foram maiores para o caráter DMC (0,62) e DAP (0,58) e menores para o caráter altura (0,43) e FOR (0,36).

Os coeficientes de herdabilidade em nível de média de progênes (\hat{h}_m^2) foram 0,78 (DAP), 0,65 (ALT), 0,79 (DMC) e 0,57 (FOR). As herdabilidades individuais dos efeitos aditivos (\hat{h}_a^2) e as herdabilidades aditivas dentro de parcela (\hat{h}_{ad}^2) variaram de 0,06 a 0,25 para os caracteres altura, DAP, DMC e FOR. Segundo Resende (1995) valores menores que 0,15 são interpretados como de baixa magnitude; de $0,15 < \hat{h}_a^2 \leq 0,50$ medianos, valores acima de 0,50 como altos. Os valores foram baixos e moderados neste caso, porém se apresentaram significativos para os efeitos genotípicos, reforçando as diferenças genéticas observadas entre os indivíduos na análise de deviance.

A herdabilidade em nível de média de progênes apresentaram altos valores para os caracteres avaliados, sendo semelhantes às encontradas para *M. urundeuva* e *T. argentea* aos 15 anos de idade (OTSUBO et al., 2015). Valores altos de herdabilidades indicam alto potencial para responder à seleção natural em ensaios de conservação *ex situ*. Quando há

controle genético dos caracteres, se realizada uma seleção a possibilidade de se obter ganhos significativos é alta com a seleção (SEBBENN et al., 2009b).

As acurácias foram altas para todos os caracteres de crescimento estudados, sendo a mais alta para o caráter DMC (0,89), DAP (0,87), ALT (0,81) e FOR (0,75). Segundo Resende (2002a) valores entre 0 a 25% são considerados baixos, 25 a 75% são bons e acima de 75% ótimos. O coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}) variou de 8,20 a 14,52 e o coeficiente de variação genotípica entre progênies (CV_{gp}) variou de 4,10 a 7,26. Valores médios e altos para o CV_{gi} indicam a existência de variabilidade genética e, quanto maiores forem esses valores maior será a facilidade para encontrar indivíduos superiores que poderão proporcionar ganhos na seleção (AGUIAR et al., 2010).

Esses resultados também sugerem que a existência de variação genética o que possibilita a exploração desse teste de progênies para formação de pomares de sementes por mudas e como fontes de propágulos para programas de recuperação de áreas degradadas (CANUTO et al., 2015). Os altos valores encontrados para o CVg nas espécies devem estar associados à extensão da amostragem realizada, pois a coleta de sementes em áreas amplas e em árvores isoladas, em beiras de estradas, campos e pastagens, reduz a probabilidade de amostrar indivíduos aparentados, mas aumenta a probabilidade de incluir progênies de autofecundação e irmãos-completos nos testes, fatores que podem aumentar a variância genética entre progênies (SEBBENN et al., 2001).

Tabela 9- Estimativa de parâmetros genéticos para diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (ALT), diâmetro médio da copa (DMC) forma de fuste (FORM) e sobrevivência (SOB) aos 18 anos de idade de um teste de progênies de *J. cuspidifolia*, em plantio consorciado com progênies de *A. fraxinifolium* em Selvíria-MS.

Parâmetros	DAP (cm)	ALT (m)	DMC (m)	FOR
\hat{m}	14,36	10,88	4,80	3,52
\hat{h}_a^2	0,21 (± 0,06)	0,14 (± 0,04)	0,25 (± 0,06)	0,07 (± 0,03)
$C_{parc.}^2$	0,06	0,10	0,07	0,06
\hat{h}_{mp}^2	0,78	0,65	0,79	0,57
$r_{\hat{a}a}$	0,87	0,81	0,89	0,75
\hat{h}_{ad}^2	0,17	0,12	0,21	0,06
CV_{gi} (%)	13,15	8,20	14,52	9,17
CV_{gp} (%)	6,57	4,10	7,26	4,58
CV_e	11,26	9,33	11,55	12,63
CV_r	0,58	0,43	0,62	0,36
LRT (χ^2) _{parc}	-35,3*	-12,73*	-37,7*	-7,77*
LRT (χ^2) _{prog}	-28,45*	-157,25*	-41,7*	-16,51*

\hat{h}_a^2 herdabilidade individual dos efeitos aditivos; $C_{parc.}^2$ coeficiente de determinação dos efeitos de parcelas; \hat{h}_m^2 e \hat{h}_{ad}^2 são as herdabilidades da média de progênies e aditiva dentro de parcela; $r_{\hat{a}a}$ acurácia; CV_{gi} , CV_{gp} , CV_e e CV_r são os coeficientes de variação genética aditiva individual, genotípica entre progênies, variação experimental e variação relativa, respectivamente; \hat{m} média geral; LRT_{parc} e LRT_{prog}: Teste da razão de verossimilhança para parcelas e progênies, *significativo a 1% com 0,1 grau de liberdade. Fonte: Autoria própria.

4.2.3 Correlações genéticas e fenotípicas

As correlações fenotípicas foram de moderadas e positivas a nula (0,66 a 0,02), sendo as mais expressivas entre DAP e DMC (0,66) seguido do DAP e ALT (0,58). As correlações genéticas também foram mais expressivas entre os caracteres DAP e DMC (0,82) e DAP e ALT (0,73), porém consideradas altas e positivas (Tabela 7) (SANTOS, 2007). O caráter DAP é de fácil mensuração e maior precisão, apresenta altos valores de acurácia e alto CV_r . Portanto, esse caráter é o mais indicado para ser usado como base para aplicação de desbaste seletivo, assim como a realização da seleção de progênies, possibilitando eficiência e ganhos indiretos na seleção.

O caráter FOR apresentou fracas relações fenotípicas e genéticas com todos os caracteres de crescimento. Coeficientes de correlação próximos ou iguais a zero não implicam falta de relação, apenas expressam a ausência de relação linear entre eles (CRUZ et al., 2004). O caráter FOR também apresentou baixo coeficiente de herdabilidade. Assim, ao se propor um manejo seletivo no teste, com base no valor genético do diâmetro, sugere-se considerar somente os aspectos fenotípicos da forma do fuste de cada indivíduo para evitar indivíduos com fuste tortuoso no pomar de sementes por mudas.

Tabela 10- Acima da diagonal encontram-se as correlações genéticas e abaixo as fenotípicas entre caracteres silviculturais de um teste de progênies de *J. cuspidifolia* em plantio consorciado com progênies *A. fraxinifolium* aos 18 anos de idade, no município de Selvíria-MS.

Variáveis	DAP	ALT	DMC	FOR
DAP	-	0,73	0,82	0,31
ALT	0,58	-	0,67	0,27
DMC	0,66	0,46	-	0,09
FOR	0,24	0,16	0,02	-

DAP- Diâmetro a altura do peito, ALT- altura total, DMC- diâmetro médio da copa, FOR- forma do fuste. Todas correlações foram significativas a 1% pelo test t. Fonte: Autoria própria.

4.2.4 Seleção de indivíduos

Neste teste propôs-se realizar um desbaste seletivo deixando somente 50% do total de indivíduos remanescente (1500 melhores indivíduos), considerando dois métodos de seleção: os melhores 50 indivíduos ($kf = 50$) de cada progênie ($kf = k \neq 0$) e outro selecionando os 1500 melhores indivíduos independente do número de indivíduos por progênie. Com base nessas seleções propõe-se o manejo seletivo da área.

O tamanho efetivo populacional do experimento após a seleção foi de 112,28 e 87,18 para o kf fixo e variável, respectivamente. A seleção com o kf fixo mantém uma maior quantidade de indivíduos geneticamente diferentes e, conseqüentemente, a diversidade genética inicial, enquanto que a seleção com o kf variável há uma diminuição dessa diversidade (\hat{D}) para 76%. Esses resultados são compatíveis com outros trabalhos com espécies nativas (FREITAS et al., 2006; SEBBENN et al., 2007; FREITAS et al., 2008, GUERRA et al., 2009; SEBBENN et al., 2009a; SEBBENN et al., 2009b).

O ganho na seleção foi de 1,98% e 3,60% para k_f fixo e variável, respectivamente. Esses resultados sugerem que a estratégia de seleção adequada seria considerar um k_f fixo. Apesar dos ganhos de seleção serem baixos, o desbaste seletivo permitirá que a variabilidade genética da população seja mantida. Como a finalidade do ensaio é mais conservacionista, a variabilidade genética é mais importante que o ganho genético. Assim, é necessário mantê-la de forma representativa em cada população, evitando a perda de alelos tanto favoráveis como os não favoráveis que têm uma função essencial para a sobrevivência da espécie. O desbaste também diminuirá a probabilidade de cruzamentos entre parentes. Assim, a estratégia de manejo adotada proporcionará produção de sementes com menor endogamia e genótipos com maior potencial de crescimento que as populações naturais da espécie. O pomar de sementes por mudas poderá ser usado como fonte de sementes para produção de mudas para reflorestamentos ambientais.

Tabela 11- Estratégias de seleção para o caráter DAP em progênes de *J. cuspidifolia* consorciadas com progênes de *A. fraxinifolium*, em duas condições: $kf = k \neq 0$, $kf = \forall k \neq 0$, aos 18 anos de idade em Selvíria-MS.

$kf = k \neq 0$		$kf = \forall k \neq 0$	
Progênes	Kf	Progênes	kf
1	50	1	75
2	50	2	84
3	50	3	88
4	50	4	36
5	50	5	66
6	50	6	79
7	50	7	71
8	50	8	83
9	46	9	12
10	50	10	9
11	50	11	30
12	49	12	4
13	50	13	77
14	50	14	38
15	39	15	34
16	50	16	66
17	50	17	45
18	50	18	78
19	50	19	78
20	50	20	61
21	50	21	63
22	50	22	9
23	50	23	20
24	50	24	27
25	50	25	29
26	50	26	31
27	50	27	88
28	50	28	68
29	50	29	49
30	30	30	2
n	1464	-	1500
N_{fo}	30	-	30
N_f	30	-	30
\bar{k}_f	48,8	-	50
$\hat{\sigma}_{kf}^2$	17,06	-	791,10
N_e	112,29	-	87,18
$\mu(cm)$	16,10	-	15,99
$\hat{a}(cm)$	0,32	-	0,57
$\hat{G}_s(\%)$	1,98	-	3,60

$\frac{\hat{D} \quad 0,99 \quad - \quad 0,76}{\quad}$

Número de indivíduos selecionados (n); número original de famílias (N_{fo}); número de famílias selecionadas (N_f); número médio de indivíduos selecionados por família (\bar{k}_f); variância do número de indivíduos selecionados por família ($\hat{\sigma}_{k_f}^2$); tamanho efetivo populacional (N_e); média do experimento para o DAP (μ); efeito genético aditivo (\hat{a}); ganho de seleção (\hat{G}_s); diversidade genética (\hat{D}). Fonte: Autoria própria.

4.2.5 Divergência genética

As distâncias de Mahalanobis entre os pares de progênie para os caracteres silviculturais evidenciaram para cada progênie de *J. cuspidifolia*, a sua maior e menor distância em relação as demais progênie (Tabela 13). A maior distancia foi encontrada entre as progênie 15 e 13 ($D^2 = 24,76$) e a menor entre a progênie 23 e 26 ($D^2 = 0,23$).

O método de otimização de Tocher possibilitou a separação das progênie em seis grupos (Tabela 14). O grupo I é formado por 60% das progênie, sendo a maior concentração, e os outros grupos variam de 13% a 3% das progênie. O grupo V ganha destaque por apresentar dissimilaridade e alto desempenho em relação aos demais grupos, devendo ser priorizada em programas de melhoramento genético. Para desenvolvimento de híbridos intraespecíficos recomenda-se cruzar indivíduos de grupos que apresentam maior divergência genética e também maior desempenho produtivo, para obtenção de maior heterose (vigor híbrido), como por exemplo, as progênie do grupo I e V. Quando o objetivo do programa de melhoramento visar a recuperação de genes do genitor recorrente, deve-se dar preferência aos retrocruzamentos com as progênie mais similares geneticamente, como por exemplo, em progênie do mesmo grupo (DIAS; RESENDE, 2001).

Tabela 12- Distâncias generalizadas de Mahalanobis (D^2) entre as progênes de *J. cuspidifolia*, aos 18 anos de idades, em Selvíria-MS.

Prog	Maior	Prog	Menor	Prog
1	23,13	29	4,68	6
2	16,85	30	1,51	7
3	16,75	30	2,05	18
4	16,53	1	1,13	11
5	18,37	30	1,22	8
6	17,11	8	1,85	27
7	16,06	30	0,64	28
8	24,08	30	1,22	5
9	13,79	1	0,46	2
10	21,36	19	1,17	26
11	16,08	15	1,13	4
12	21,83	1	1,85	9
13	24,76	15	2,25	11
14	19,17	1	0,95	24
15	24,76	13	5,70	25
16	15,49	29	1,70	2
17	14,20	13	1,01	24
18	16,70	30	1,92	8
19	21,36	10	2,78	3
20	21,65	15	0,57	21
21	19,38	15	0,57	20
22	21,24	1	1,06	14
23	14,66	15	0,23	26
24	19,61	1	0,95	14
25	10,19	1	0,46	9
26	14,93	29	0,23	23
27	19,81	15	1,17	20
28	19,45	15	0,64	7
29	23,13	1	2,49	4
30	24,08	8	1,94	9
Max	24,76	Prog 15 e 13		
Mini	0,23	Prog 23 e 26		

Prog- progênie, Max- máxima distância, Mini- mínima distância. Fonte: Autoria própria.

Tabela 13- Formação de grupos com base no método de aglomeração (Otimização de Tocher) e média dos caracteres de crescimento e DMC de progênies de *J. cuspidifolia*, aos 18 anos, em Selvíria-MS.

Grupo	Genótipo	Total	DAP (cm)	ALT (m)	DMC (m)
I	2 3 7 10 11 14 16 17 18 20 21 22 23 24 25 26 27 28	18	14,23	10,96	4,65
II	5 8	2	14,91	11,02	5,39
III	4 9 12 30	4	12,68	9,58	3,95
IV	13 19 29	3	14,80	10,22	4,62
V	1 6	2	16,63	12,39	5,09
VI	15	1	14,27	10,15	4,66
Total		30	14,59	10,72	4,73

DAP: Diâmetro a Altura do Peito, ALT: Altura total e DMC: Diâmetro Médio da Copa. Fonte: Autoria própria.

5 CONCLUSÕES

Existem diferenças significativas entre e dentro de progênies *Astronium fraxinilifolium* e *Jacaranda cuspidifolia* para os caracteres quantitativos no teste de progênies.

As procedências de *A. fraxinilifolium* diferem entre si para os caracteres DAP (Diâmetro a Altura do Peito) e ALT (Altura Total) em idades mais avançadas. As progênies de Selvíria apresentam desempenho em crescimento superior quando comparado às de Ilha Solteira.

Para uma efetiva conservação genética dessas espécies e formação de um pomar de sementes por mudas a estratégia a seleção de 50% de mesmo número de indivíduos dentro de progênies será mais efetiva para manter a variabilidade genética da população e diminuir a probabilidade de cruzamentos entre parentes.

O sistema de plantio consorciado entre as duas espécies (*A. fraxinilifolium* e *J. cuspidifolia*) é promissor para o desenvolvimento das plantas, e proporcionou melhor forma de fuste para as duas espécies se comparado a outros experimentos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A.V. **Variação genética em progênies de *Astronium fraxinolum* Schott e *Jacaranda cuspidifolia* Mart. em consorcio**. 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.
- AGUIAR, A. V.; BORTOLOZO, F. R.; MORAES, M. L. T.; ANDRADE, J.A.C. Genetic variation in *Astronium fraxinifolium* populations in consortium. **Crop Breeding and Applied Biotechnonology**, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 95-106, 2003.
- AGUIAR, A. V.; SILVA, A. M.; MORAES, M. L. T.; BORTOLOZO, F. R.; SILVA, F. F.; FREITAS, M. L. Implantação de espécies nativas para recuperação de áreas degradadas em região do cerrado. In: **SIMPÓSIO NACIONAL RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**, 4, 2000, Blumenau. **Anais...** Blumenau: [S.n.], 2000.
- AGUIAR, A. V.; SOUSA, V. A.; SHIMIZU, J. Y. Seleção genética de progênies de *Pinus greggii* para formação de pomares de sementes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, p. 107-117, 2010.
- ALLEM, A. C. **Estudo da biologia reprodutiva de duas espécies florestais (aroeira e gonçalo-alves) da região do cerrado**. Brasília, DF: Embrapa/CENARGEN, 1991. p. 1-5.
- AMARAL, W. A. N.; BRITO, M. C. W.; ASSAD, A. L. D.; MANFIO, G. P. **Políticas públicas em biodiversidade: conservação e uso sustentado no país da megadiversidade**. Disponível em: <http://www.hottopos.com/harvard1/politicas_publicas_em_biodiversi.htm>. Acesso em: 25 jun. 2015.
- AMORIM, F.W.; MENDES-RODRIGUES, C.; MARUYAMA, P.K.; OLIVEIRA, P.E. Sexual ratio and floral biology of the dioecious *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) in a *cerrado rupestre* of central Brazil. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 25, n. 4, p. 785-792, 2011.
- AMORIM, F. W.; OLIVEIRA, P. E. Estrutura sexual e ecologia reprodutiva de *Amaioua guianensis* Aubl. (Rubiaceae), uma espécie dióica de formações florestais de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 353-362, 2006.
- ARAGÃO, S. F. **Conservação genética *in situ* de espécies arbóreas que ocorrem na transição da floresta estacional semidecidual e o cerrado em Selvíria – MS**. 2008. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: área de concentração em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.
- ARAKI, D. F. **Avaliação da sementeira a lanço de espécies florestais nativas para recuperação de áreas degradadas**. 2005. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- ARAÚJO, D.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; ZANATA, M.; MORAIS, E.; MORAES, M. L. T.; FREITAS, M. L. M. Variação genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae). **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 61-68, jan./mar. 2014.

ARRUDA, A. L. A.; VIEIRA, C.J.B.; SOUSA, D. G.; OLIVEIRA, R. F.; CASTILHO, R. O. *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (Bignoniaceae) as an Antibacterial Agent. **Journal of Medicinal Food**, New Rochelle, v. 14, n. 12, p. 1604-1608, 2011.

BALERONI, C. R. S. **Comportamento de uma população natural de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. procedente de área com perturbação antrópica**. 2003. 123 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

BATISTA, C. M.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. A.; ZANATTO, A. C. S.; SANTOS, P. C.; ZANATA, M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Estimativas de parâmetros genéticos e a variabilidade entre e entro de procedências de *Handroanthus vellosi*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 269 - 276, 2012.

BERTONHA, L. J.; FREITAS, M. L. M.; CAMBUIM, J.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Seleção de progênies de *Myracrodruon urundeuva* baseada em caracteres fenológicos e de crescimento para reconstituição de áreas de Reserva Legal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 109 p. 95104, 2016.

BITTENCOURT, F. C. **Técnicas de regeneração artificial com angico e caroba**. 2013. 68 f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais e Ambientais) - Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuaibá, 2013.

BOZZANO, M.; JALONEN, R.; THOMAS, E.; BOSHIER, D.; GALLO, L.; CAVERS, S.; BORDÁCS, S.; SMITH, P.; LOO, J. **Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species**. State of the World's Forest Genetic Resources – Thematic Study. Rome: FAO and Bioversity International, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O bioma cerrado**. Disponível em : <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

BRASIL. Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no bioma cerrado, 2002 a 2008: dados revisados acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA/PNUD. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente** – MMA, 2009. Disponível em : <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/cerrado/Relatorio%20tecnico_Monitoramento%20Desmate_Bioma%20Cerrado_CSR_REV.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2014.

BREED, M. F.; GARDNER, M. G.; OTTEWELL, K. M.; NAVARRO, C. M.; LOWE, A. J. Shifts in reproductive assurance strategies and inbreeding costs associated with habitat fragmentation in Central American mahogany. **Ecology Letters**, West Sussex, v. 15, p. 444–452, 2012.

BROADHURST, L. M. Genetic diversity and population genetic structure in fragmented *Allocasuarina verticillata* (Allocasuarinaceae) – implications for restoration. **Australian Journal of Botany**, Clayton, v. 59, p. 770–780, 2012.

CALGARO, H. F.; BUZETTI, S.; SILVA, L. R.; STEFANINI, L.; MIRANDA, L. P. M.; MORAES, M. A.; MORAES, M. L. T. Distribuição natural de espécies arbóreas em áreas

com diferentes níveis de antropização e relação com os atributos químicos do solo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n. 2, p. 233-243, 2015.

CANUTO, D. S. O.; ZARUMA, D. U. G.; MORAES, M. A.; SILVA, A. M.; MORAES, M. L. T.; FREITAS, M. L. M. Caracterização genética de um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog. proveniente de remanescente florestal da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 641-648, 2015.

CERRADO pode sumir até 2030. Belo Horizonte: **Conservação internacional – Brasil, 2004**. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/noticias/noticia.php?id=31>> Acesso em: 10 dez. 2014.

CESP. **Manejo da flora e reflorestamento**. Disponível em <http://www.cesp.com.br/portalCesp/portal.nsf/V03.02/MeioAmbiente_Flora?OpenDocument> Acesso em: 31 jan. 2015.

COSTA, R. B. **Métodos de seleção, interação genótipo x ambiente e ganho genético para o melhoramento da seringueira no estado de São Paulo**. 1999. 185 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

COSTA, R. S.; ORTOLANI, F. A.; MÔRO, F. V.; PAULO, R. C. Caracterização morfológica de folhas e flores de espécies de Jacaranda (Bignoniaceae), cultivadas em Jaboticabal - SP. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristovão, v. 11, p. 169-181, 2011.

CRUZ, C. D. **Programa GENES** - versão windows. Aplicativo computacional em Genética e Estatística. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2001. v. 1. 648 p.

CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 390 p. 2001.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480 p.

DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. Estratégias e métodos de seleção. In: DIAS, L. A. S. (Ed.). **Melhoramento genético do cacaueiro**. Viçosa, MG: FUNAPE, 2001. p. 217-287.

DUDA, L. L. **Seleção genética de árvores de *Pinus taeda* L. na Região de Arapoti, Paraná**. 2003. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

DURAN, C.; APPLEBY, N.; EDWARDS, D.; BATHEY, J. Molecular genetic markers: discovery, applications, data storage and visualisation. **Current Bioinformatics**, Roma, v. 4, n. 1, p. 16-27, 2009.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MATOS, P. S.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Crescimento inicial e qualidade de mudas de caviúna-do-cerrado e caroba-do-campo em resposta à adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 52-61, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FAGUNDES, M.; GONÇALVES, C. L. Ataque de um inseto galhador (Diptera: Cecidomyiidae) em *Astronium fraxinifolium* (Anacardiaceae) em uma floresta estacional. **Unimontescientífica**, Montes Claros, v. 7, n. 1, p. 107-114, 2005.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4. ed. New York: Longman, 1996. 464 p.

FEITOSA, D.G.; MALTONI, K.L.; CASSIOLATO, A.M.R.; PAIANO, M.O. Crescimento de mudas de Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) sob diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 401-411, 2011.

FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; MORAIS, E.; ZANATTO, A. C. S.; VERARDI, C. K.; PINHEIRO, A. N. Parâmetros genéticos em progênies de polinização aberta de *Cordia trichotoma* (Vell.) ex Steud. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, p. 95-102, 2006.

FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E. Formação de pomar de sementes a partir da seleção dentro de teste progênies de *Myracrodruon urundeuva*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 65-72, 2007.

FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; MORAES, M. A. Variação genética para caracteres quantitativos em população de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 165-173, 2008.

GACHET, M. S. E; SCHÜHLY, W. Jacaranda: an ethnopharmacological and phytochemical review. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 121 p. 14–27. 2009.

GANEM, R. S.; DRUMMOND, J. A. Biologia da conservação: as bases científicas da proteção da biodiversidade.in: GANEM, R.S. (Org.). **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2010. p. 11-46.

GANEM, R. S.; DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. A. Conservation policies and control of habitat fragmentation in the Brazilian Cerrado biome. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 16, p. 99-118, 2013.

GUERRA, C. R. S. B. **Conservação genética Ex Situ de populações naturais de *Myracrodruon urundeuva* Fr.All. em sistema silvipastoril**. 2008. 108 f. Tese (Doutorado em Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

GUERRA, C. R. S. B.; MORAES, M. L. T.; SILVA, C. L. S. P.; CANUTO, D. S. O.; ANDRADE, J. A. C.; FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M. Estratégias de seleção dentro de progênies em duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 81, p. 79-87, 2009.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHUAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 593 p.

HIGA, A. R.; DUQUE SILVA, L. Certificação da produção de sementes e mudas de espécies florestais nativas. In: SILVA, L. D. ; HIGA, A. R. **Pomar de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. p. 65-77.

IBAMA. **Portaria N° 37-N, 3 de abril de 1992**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/portarias/1992_Port_IBAMA_37.pdf> Acesso em : 10 jan. 2014.

JAHNEL, V. **Proposta para delineamento de um pomar de sementes de espécies florestais nativas**. 2008. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

JENRICH, H. **Vegetação arbórea e arbústea nos altiplanos das chapadas do Piauí central**. Teresina: Ministério do Interior-DNOCS/Covênio Brasil-Alemanha, 1989. 90 p.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série técnica IPEF**, São Paulo, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998.

KUBOTA, T. Y. K.; MORAES, M. A.; SILVA, E. C. B.; PUPIN, S.; AGUIAR, A. V.; MORAES, M. L. T.; FREITAS, M. L. M.; SATO, A. S.; MACHADO, J. A. R.; SEBBENN, A.M. Variabilidade genética para caracteres silviculturais em progênies de polinização aberta de *Balfourodendron riedelianum* (Engler). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 407-415, 2015.

LEDIG, F. T. The conservation of diversity in forest trees. **BioScience**, Washington, v. 38, n. 7, p. 471–479, 1988. Disponível em : <http://www.fs.fed.us/psw/publications/ledig/captured/psw_1988_ledig014.pdf> Acesso em: 10 dez. 2014.

LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 179-190, 2005.

LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva e fenologia de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) em mata mesofítica de Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 443-451, 2006.

LI, Y.; TSANG, E. P. K.; CUI, M.; CHEN, X. Too early to call it success: an evaluation of the natural regeneration of the endangered *Metasequoia glyptostroboides*. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 150, p. 1–4, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 368 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 352 p.

MANFIO, C. E.; MOTOIKE, S. Y.; RESENDE, M. D. V.; SANTOS, C. E. M.; SATO, A. Y. Avaliação de progênies de macaúba na fase juvenil e estimativas de parâmetros genéticos e diversidade genética. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 69, p. 63-68, 2012.

MARTINS, A. O. B. P. B. **Identificação do perfil químico e avaliação das atividades antioxidante, gastroprotetora, cicatrizante e antimicrobiana do extrato hidroalcoólico das cascas de *Astronium fraxinifolium* Schott ex. Spreng.** 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Regional do Cariri, Crato, 2013.

MAUÉS, M. M. **Estratégias reprodutivas de espécies arbóreas e sua importância para o manejo e conservação florestal:** floresta Nacional de Tapajós (Belterra-PA). 2006. 206 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MELOTTO, A.; NICODEMO, M. L.; BOCCHESI, R. A.; LAURA, V. A.; GONTIJO NETO, M. M.; SCHLEDER, D. D.; POTT, A.; SILVA, V. P. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, p. 425-432, 2009.

MISSIO, R. F.; LINS, V. S.; BALERONI, C. R. S.; ANTON, C. S.; SILVA, A. M.; CAMBUIM, J.; MORAES, M. L. T. Ocorrência de *Astronium fraxinifolium* em associação com outras espécies na ocupação de áreas degradadas em Selvíria-MS. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ÁREAS DEGRADADAS: água e biodiversidade - trabalhos voluntários, 5, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa : Folha de Viçosa, 2002. p. 425-427.

MORAES, M.L.T. **Conservação genética de espécies arbóreas em diferentes sistemas de plantio.** 2013. Disponível em: <<http://botanica.sp.gov.br/files/2013/11/Mario-Luiz-Teixeira-de-Moraes.pdf>>. Acesso: 20 jun. 2015.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, Washington, v. 403, p. 853–858. 2000.

NETO, S. P. M. **Árvores nativas do cerrado com potencial madeireiro.** 2008. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/>>. Acesso em: 31 jan. 2014.

OPLER, P. A.; BAWA, K. S. Sex ratios in tropical forest trees. **Evolution**, West Sussex, v. 32, n. 4, p. 812-821, 1978.

OTSUBO, H. C. B.; MORAES, M. L. T.; MORAES, M. A.; JOSÉ NETO, M.; FREITAS, M. L. M.; COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; SEBBENN, A. M. Variação genética para caracteres silviculturais em três espécies arbóreas da região do bolsão sul-mato-grossense. **Cerne**, Lavras, v. 21 n. 4, p. 535-544. 2015.

PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; KLAUBERG, C.; REIS, M. S. Estrutura demográfica e padrão espacial de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (araucariaceae), na Reserva Genética Florestal de Caçador, Estado de Santa Catarina. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1109-1121, 2009.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

RAO, R. C. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: J. Wiley, 1952. 330 p.

REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. In: SÃO PAULO. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. Caderno n. 14

REIS, A.; ROGALSKI, J. M.; TRÊS, D. R.; SIMINSKI, A.; HMELJEVSKI, K.; BOURCHEID, K.; SCARIOT, E.; WIESBAUER, M. B.; SANT ANNA, C. **Novos aspectos na restauração de áreas degradadas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas -Departamento de Botânica, Laboratório de Ecologia Vegetal, 2006. Disponível em: <http://www.opa.org.br/arquivos/downloads/Apostila_Restauracao.pdf>. Acesso em: 06 out. 2016.

RESENDE, M. D. V. Delineamento de experimentos de seleção para maximização da acurácia seletiva e do progresso genético. **Revista Árvore** Viçosa, v. 19, p. 479-500. 1995.

RESENDE, M. D. V. **Software selegem - REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002a. 67 p.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002b. 975 p.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimento e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 362 p.

REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, P. C. L.; SABINO, J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropical**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 309-318, 2005.

SANTOS, C. **Estatística descritiva**: manual de auto – aprendizagem. Lisboa: Edições Silabo, 2007.

SANTOS, R. M.; VIEIRA, F. A.; M. FAGUNDES; NUNES, Y. R. F.; GUSMÃO, E. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 135-144, 2007.

SÃO PAULO. Governo do estado de São Paulo. Secretaria do Meio ambiente. **Legislação ambiental**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/category/resolucoes-sma/>> Acesso: 02 ago. 2015.

SCALON S. P. Q.; MUSSURY R. M.; SCALON FILHO H.; FRANCELINO C. S. F.; KATIUCE A. F. D. Storage and pregerminative treatments in jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.) seeds. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, p. 179–185, 2006.

SEBBENN, A. M.; ETTORI, L. C. Conservação genética *ex situ* de *Esenbeckia leiocarpa*, *Myracrodruon urundeuva* e *Peltophorum dubium* em teste de progênes misto. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2001.

SEBBENN, A. M.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; KAGEYAMA, P. Y.; MACHADO, J. A. R. Parâmetros genéticos na conservação da cabreúva - *Myroxylon peruiferum* L.F. Allemão. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 53, p. 31-38, 1998.

SEBBENN, A.M.; FREITAS, M.L.M.; ZANATTO, A.C.S.; MORAES, E.; MORAES, M.A. Conservação *ex situ* e pomar de sementes em banco de germoplasma de *Balfourodendron riedelianum*. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 101-112, 2007.

SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E. Seleção dentro de progênes de polinização aberta de *Cariniana legalis* Mart. O. Ktze (Lecythidaceae), visando à produção de sementes para recuperação ambiental. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 27-37, 2009a.

SEBBENN, A. M.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAES, E.; MORAES, M.A. Comportamento da variação genética entre e dentro de procedências e progênes de *Gallesia integrifolia* Vell. Moq. para caracteres quantitativos. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 151-163, 2009b.

SENN, S. N.; FREITAS, M. L. M.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E.; ZANATA, M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação e parâmetros genético em teste de progênes de polinização livre de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em Luiz Antonio-SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 95, p. 345-352, 2012.

SHIMIZU, J. Y. Estratégia complementar para conservação de espécies florestais nativas: resgate e conservação de ecótipos ameaçados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 54, p. 7-35, 2007.

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. 231-243, 1993.

SOUZA, A. M. **Estrutura genética de populações naturais de *Calophyllum brasiliense* camb. na bacia do Alto Rio Grande**. 2006. 154 f. Tese (Doutorado) – Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SOUZA, C. S.; AGUIAR, A. V.; SILVA, A. M.; MORAES, M. L. T. Variação genética em progênes de Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) em dois sistemas de plantio. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 137-145, 2003.

TANG, C. Q.; HOU, X.; GAO, K.; XIA, T.; DUAN, C.; FU, D. Man-made versus natural forests in mid-Yunnan, southwestern China. **Mountain Research and Development**, Bern, v. 27, p. 242–249, 2007.

THOMAS, E.; JALONEN, R.; LOO, J.; BOSHER, D.; GALLO, L.; CAVERS, S.; BORDÁCS, S.; SMITH, P.; BOZZANO, M. Genetic considerations in ecosystem restoration

using native tree species. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 333, p. 66–75, 2014.

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

VENCOVSKY, R. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas. **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais - IPEF**, Piracicaba, v. 35, p. 79-84, 1987.

VENCOVSKY, R.; CHAVES, L. J.; CROSSA, J. Variance effective size for dioecious species. **Crop Science**, Madison, v. 52, n. 1, p. 7990, 2012.

XAVIER, A.; BORGES, R. C. G.; CRUZ, C. D.; CECON, P. R. Aplicação da análise multivariada da divergência genética no melhoramento de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 495-505, 1996.

ZARUMA, D. U. G.; CANUTO, D. S. O.; PUPIN, S.; CAMBUIM, J. S.; SILVA, A. M.; MORI, E. S.; SEBBENN, A. M.; MORAES, M. L. T. Variabilidade genética em procedências e progênies de *Dipteryx alata* vogel para fins de conservação genética e produção de sementes. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 609-615, 2015.