

QUELI CRISTINA LOVATEL

**VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Apuleia leiocarpa* NA
GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO INICIAL E MICORRIZAÇÃO EM MUDAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção de grau de Mestra em Engenharia Florestal.

Orientador: Dr. Marcio Carlos Navroski

Coorientadora: Dr.^a Luciana Magda de Oliveira

LAGES, SC

2019

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Lovatel, Queli Cristina

Variabilidade genética em progêneres de *Apuleia leiocarpa* na
germinação, crescimento inicial e micorrização em mudas / Queli
Cristina Lovatel. -- 2019.

72 p.

Orientador: Marcio Carlos Navroski

Coorientadora: Luciana Magda de Oliveira

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de
Pós-Graduação , Lages, 2019.

1. Grácia. 2. Restauração florestal. 3. Fungos micorrízicos
arbusculares. I. Navroski, Marcio Carlos. II. Oliveira , Luciana
Magda de. III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação . IV. Título.

QUELI CRISTINA LOVATEL

**VARIABILIDADE GENÉTICA EM PROGÊNIES DE *Apuleia leiocarpa* NA
GERMINAÇÃO, CRESCIMENTO INICIAL E MICORRIZAÇÃO EM MUDAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestra em Engenharia Florestal.

Banca examinadora

Orientador:



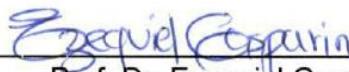
Prof. Dr. Marcio Carlos Navroski
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membro:



Prof. Dr. Enéas Ricardo Konzen
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Membro:



Prof. Dr. Ezequiel Gasparin
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Lages, 29 de julho de 2019

*Aos meus pais, por sempre acreditarem e apoiarem
a realização dos meus sonhos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço às forças de criação e à natureza por tamanha perfeição e harmonia. As árvores são seres magníficos e a fonte de pesquisa desse trabalho.

Agradeço a Deus pelas oportunidades e proteção, e a todas as pessoas que de alguma forma foram importantes para a realização dessa etapa.

Aos meus pais Wilmar e Maria do Carmo pelo amor, dedicação, apoio, incentivo, valores e pela educação recebida, ela me trouxe até aqui. Vocês são as pessoas mais importantes da minha vida e a vocês dedico esse trabalho. Agradeço ao meu irmão Edson pelo apoio e pela ajuda sempre que necessária.

Ao meu companheiro na alegria e na tristeza, Marcelo. Grata pelo incentivo, por acreditar nos meus sonhos e entender as prioridades da minha vida. Por ouvir as minhas queixas (mesmo à distância) e se orgulhar das minhas conquistas. Obrigada meu amor, pelo ombro amigo, pelos puxões de orelha e pelas palavras de conforto. Obrigada também por ajudar na prática para a execução deste trabalho, ajudando-me a medir sementes e a organizar e digitar planilhas de dados.

Ao professor Navroski pela acolhida no meu retorno à universidade, por ser compreensivo e incentivador, entender meus momentos difíceis e estar sempre disposto e acessível para ajudar. Obrigada pela orientação, pela amizade, pelas risadas e pelos puxões de orelha. Agradeço a Mariane pelo incentivo durante esses dois anos, pela amizade, por cuidar de mim como irmã mais velha, pelos ensinamentos e pelas contribuições para esta dissertação, participando da banca de qualificação.

Pude contar com o conhecimento, apoio e coorientação da professora Luciana durante esses dois anos. Obrigada por me acolher, compartilhar seus conhecimentos e por todas as sugestões da banca de qualificação.

A parceria estabelecida com a empresa Geo Consultores Engenharia e Meio Ambiente, em especial a Engenheira Florestal e grande amiga Luiara Heerdt da Rosa. Com essa parceria foi possível obter as sementes para a realização dos experimentos desta dissertação, assim como outros suportes necessários.

Sou grata a minha prima Ana Carolina, agrônoma e quase doutora das micorrizas, que me aguenta desde o colégio (da vida!) e que sempre esteve disposta a me ajudar, seja para o trabalho de pesquisa, seja para desabafar ou para boas risadas. Obrigada por ajudar no planejamento e na execução do capítulo II desta dissertação, sem você ele não seria possível.

A todos os colegas de laboratório e do Viveiro Florestal pelo apoio, pela ajuda nos experimentos, pelo chimarrão, pelo café e pelas risadas. Com vocês a trajetória foi mais divertida. Obrigada em especial àqueles que ajudaram na execução de alguma etapa dos experimentos (ou várias etapas): Luiz, Schaiane, Igor, Ligiane, Vanessa, Lucas, Rhayana, Viviane, Monique, Franciele e Thalia.

Sou grata a Tamara por ser a segunda mãe das grápias, por toda ajuda ao longo dos experimentos e por zelar das mudas como filhas e Julia por todo cuidado e talento na elaboração das lâminas das raízes.

As minhas amigas Maiara e Aline, colegas de apartamento e cúmplices de muitas histórias da vida. Obrigada pela amizade, risadas, por ouvir meus desabafos e compartilhar de muitos momentos vividos nesse período, e ainda contribuir na prática para os experimentos, Maiara ajudando na medição das sementes e Aline na avaliação das mudas. E ao terceiro agregado da nossa casa, Gabriel, pelas risadas e parceria nas matérias do mestrado.

Aos colegas de mestrado, pela parceria nas matérias e pelos momentos de desabafo e risadas: Alexandra, Betel, Guga, Júlio, Bruno, Luana, Carolina.

A execução e avaliação do capítulo II não seria possível sem a ajuda do professor Osmar e a parceria com o Laboratório de Ecologia do Solo - CAV, fornecendo os fungos utilizados e a estrutura do laboratório, essencial para a preparação das raízes para avaliação. Agradeço ainda ao Silmar Primieri, à Epagri e ao IFSC pelo empréstimo do escanear para a avaliação do comprimento das raízes.

Agradeço a UDESC pelo ensino gratuito e de qualidade, base da minha formação acadêmica! Agradeço a UDESC, a FAPESC, a CAPES e a Geo Consultores pelas bolsas concedidas durante o mestrado.

Todos as pessoas aqui citadas foram de extrema importância para a conclusão de mais essa etapa da minha carreira acadêmica, sozinha este trabalho não teria sido realizado. Obrigada a todos, de coração!

RESUMO

LOVATEL, Queli Cristina. **Variabilidade genética em progênies de *Apuleia leiocarpa* na germinação, crescimento inicial e micorrização em mudas.** 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Área: Produção Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Lages, 2019.

A *Apuleia leiocarpa* é uma espécie arbórea que evoluiu frente às pressões de seleção natural, mas tem sido afetada com a exploração antrópica das florestas no sul do Brasil, atualmente sendo considerada como vulnerável à extinção, o que traz a necessidade de estudos para sua conservação, utilização na silvicultura e restauração florestal. O objetivo desta pesquisa foi quantificar a existência de variabilidade genética de progênies de grácia para características do crescimento inicial e os possíveis benefícios do emprego de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) na produção de mudas da espécie. O material vegetal utilizado é oriundo de quatro procedências, localizadas em Pareci Novo, São José do Sul e Aratiba no RS, e em Seara, SC. Realizaram-se dois experimentos para atender os objetivos da pesquisa: o Capítulo I trata sobre a variabilidade genética entre as matrizes do estudo, utilizando dados das sementes (biometria, índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência) e do crescimento inicial das mudas da espécie (altura e diâmetro do coletor). O Capítulo II aborda o uso de uma mistura de FMA, avaliando-se os seus efeitos no desenvolvimento inicial das mudas de grácia (altura, diâmetro do coletor e índice de clorofila), e testando a interação com as diferentes matrizes. Ambos experimentos foram realizados no Viveiro Florestal da universidade, em Lages, SC. Foi detectada variabilidade genética entre as matrizes de grácia e que o tamanho das sementes (comprimento e largura) é um caráter que pode demonstrar esse efeito genético na espécie, pois apresentou valores altos para a herdabilidade restrita (acima de 0,60). O uso de FMA não proporcionou melhorias no crescimento inicial das mudas de grácia (7 meses), e houve baixa taxa de colonização nas raízes. Observou-se que a adubação de base é fundamental para o desenvolvimento inicial das mudas. O estudo indica que existe diversidade genética entre as matrizes de grácia, sendo viável a utilização das mudas para restauração florestal.

Palavras-chave: Grácia. Restauração florestal. Fungos micorrízicos arbusculares.

ABSTRACT

LOVATEL, Queli Cristina. **Genetic variability in *Apuleia leiocarpa* progenies in seedling germination, initial growth and mycorrhization.** 2019. 72 f. Dissertation (Master in Forest Engineering - Area: Forest Production) - Santa Catarina State University. Postgraduate Program in Forest Engineering, Lages, 2019.

Apuleia leiocarpa is a tree species that has evolved under the pressures of natural selection, but has been affected by anthropogenic exploitation of forests in southern Brazil, currently being considered vulnerable to extinction, which requires the study of their conservation, use in forestry and forest restoration. The objective of this research was to quantify the genetic variability of grácia progenies for initial growth characteristics and the possible benefits of using arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the production of seedlings of this species. The plant material used comes from four provenances, located in Pareci Novo, São José do Sul and Aratiba in RS, and Seara, in SC. Two experiments were carried out to meet the research objectives: Chapter I deals with the genetic variability among the study matrices, using seed data (biometrics, emergence speed index and percentage of emergence) and the initial growth of the seedlings. species (height and diameter of the collection). Chapter II discusses the use of an AMF mixture, evaluating its effects on the initial development of grácia seedlings (height, stem diameter and chlorophyll index), and testing the interaction with the different matrices. Both experiments were performed at the University Forest Nursery in Lages, SC. Genetic variability was detected between grácia matrices and that the seed size (length and width) is a character that can demonstrate this genetic effect in the species, as it presented high values for restricted heritability (above 0.60). The use of AMF did not improve the initial growth of grácia seedlings (7 months), and there was a low rate of root colonization. It was observed that the basic fertilization is fundamental for the initial development of the seedlings. The study indicates that there is genetic diversity among grácia matrices, being viable the use of seedlings for forest restoration.

Keywords: Grácia. Forest restoration. Arbuscular mycorrhizal fungi.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Dados climáticos médios (temperatura e precipitação) de Aratiba (RS), Pareci Novo (RS), São José do Sul (RS) e Seara (SC). | 33 |
| Figura 2. Orientação em que as medidas de comprimento e largura foram tomadas nas sementes de <i>Apuleia leiocarpa</i> | 34 |
| Figura 3. Representação da emergência da alça cotiledonar (indicada pela seta vermelha) em semente de <i>Apuleia leiocarpa</i> | 36 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Altura e diâmetro à altura do peito (DAP) das matrizes de <i>Apuleia leiocarpa</i> (AL) e municípios onde estão localizadas..... | 33 |
| Tabela 2. Biometria de sementes e IVE (índice de velocidade de emergência) para as matrizes de <i>Apuleia leiocarpa</i> | 38 |
| Tabela 3. Emergência (E), sobrevivência (SB), altura (H), diâmetro do coleto (DC) e relação altura/diâmetro (H/D) de mudas de <i>Apuleia leiocarpa</i> | 39 |
| Tabela 4. Resultado da correlação de Pearson para as 18 variáveis analisadas, nas progêniés de <i>Apuleia leiocarpa</i> | 41 |
| Tabela 5. Componentes da variância para as variáveis CS (comprimento de sementes), LS (largura de sementes), IVE (índice de velocidade de emergência), E (emergência), DC (diâmetro do coleto) e H (altura das mudas), para as sementes e mudas de <i>Apuleia leiocarpa</i> | 42 |
| Tabela 6. Taxa de sobrevivência (SB), altura (H), diâmetro do coleto (DC) e índice de clorofila (IC) para as mudas de <i>Apuleia leiocarpa</i> , avaliadas aos 110 dias após a semeadura.58 | |
| Tabela 7. Altura (H), diâmetro do coleto (DC), comprimento de raiz (CR), massa fresca de raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) para mudas de <i>Apuleia leiocarpa</i> avaliadas aos 210 dias após a semeadura. | 60 |
| Tabela 8. Taxa total de colonização de fungos micorrízicos arbusculares nos tratamentos aplicados em mudas de diferentes matrizes de <i>Apuleia leiocarpa</i> | 61 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 21 |
| 1.1 HIPÓTESES | 25 |
| 1.2 OBJETIVO GERAL | 25 |
| 1.2.1 Objetivos específicos | 25 |
| REFERÊNCIAS | 26 |
| 2 CAPÍTULO I: VARIABILIDADE GENÉTICA PARA CARACTERES JUVENIS DE PROGÊNIES DE <i>Apuleia leiocarpa</i> | 29 |
| 2.1 INTRODUÇÃO | 31 |
| 2.2 MATERIAL E MÉTODOS | 32 |
| 2.3 RESULTADOS | 37 |
| 2.4 DISCUSSÃO | 43 |
| 2.5 CONCLUSÃO | 46 |
| REFERÊNCIAS | 47 |
| 3 CAPÍTULO II: INTERAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COM <i>Apuleia leiocarpa</i> | 51 |
| 3.1 INTRODUÇÃO | 53 |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS | 54 |
| 3.3 RESULTADOS | 57 |
| 3.4 DISCUSSÃO | 62 |
| 3.5 CONCLUSÃO | 64 |
| REFERÊNCIAS | 65 |
| 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 67 |
| APÊNDICES | 68 |
| ANEXOS..... | 71 |

1 INTRODUÇÃO

A redução da cobertura vegetal da Floresta Estacional Decidual e a fragmentação dos remanescentes afetam gravemente a conservação de espécies raras e ameaçadas de extinção, espécies que, na maioria dos casos, tiveram sua redução causada pela ação antrópica.

O processo de exploração das florestas, que marcou a ocupação do território e alavancou o desenvolvimento inicial dos estados da Região Sul do Brasil, foi baseado no aproveitamento imediato das suas riquezas, diminuindo assim as áreas de cobertura vegetal nativa, convertidas em áreas agrícolas (SHIMIZU, 2007). A diminuição do tamanho populacional foi reduzido, mas poucos estudos são desenvolvidos para verificar se a diversidade genética das espécies também foi reduzida, assim com o tamanho efetivo populacional.

A variabilidade genética de uma espécie encontra-se distribuída entre e dentro de populações, sendo sua estrutura resultante da ação conjunta dos processos evolutivos como mutação, migração, seleção e cruzamentos (LOVELESS; HAMRICK, 1984). Grupos de indivíduos da mesma espécie, estabelecidos em diferentes regiões com características ambientais próprias, tendem a diferenciar-se geneticamente em forma de populações. Isso ocorre como reflexo da limitação do fluxo gênico e das distintas pressões de seleção sofridas por cada população, mas sendo bastante relativo, dependendo da espécie. (FREITAS; BEREL, 2003).

A variabilidade genética tem papel fundamental para a evolução das espécies, pois condiciona a adaptação às mudanças no ambiente, na medida em que genótipos mais favoráveis permanecem e contribuem com seus alelos às próximas gerações (LENCINA, 2016). Em uma população, o processo de seleção natural é realizado com base nas diferenças que existem entre os indivíduos, onde os genótipos mais favoráveis têm maiores chances de perpetuação, devido ao sucesso reprodutivo e adaptativo (FUTUYMA, 2002). No caso de exploração das florestas, vários genótipos foram retirados da natureza sem essa chance de perpetuação, e a base genética da população ficou reduzida.

Os aspectos ecológicos também influenciam na estrutura genética de populações de plantas, por afetarem seu fluxo gênico. Dentre esses aspectos, são atributos das espécies: modo de reprodução, sistema reprodutivo, sistema sexual, polinização, dispersão de sementes, banco de sementes, fenologia e estágio sucessional. Os atributos da população levam em consideração o tamanho, a densidade populacional e o padrão espacial, e por fim, para a paisagem atribui-se

a distância, heterogeneidade ambiental e perturbação antrópica (LOVELESS; HAMRICK, 1984).

As ações de exploração antrópica realizadas no passado influenciam diretamente a variabilidade genética das populações que encontramos na natureza atualmente. Órgãos de pesquisa e universidades devem desenvolver ações para novas pesquisas e conservação de espécies nativas ameaçadas. Entre as espécies que apresentam um histórico de grande exploração madeireira e precisam ser resgatadas e conservadas, encontra-se *Apuleia leiocarpa*.

Apuleia leiocarpa (VOGEL) J. F. Macbride é uma espécie florestal nativa do Brasil, da família Fabaceae, conhecida popularmente como grácia ou garapa, e considerada a rainha das florestas nos estados do sul do Brasil (MATTOS; GUARANHA, 1983). A espécie ocorre em todo o território brasileiro, com ampla distribuição nos estados do Sul (REITZ et al., 1983). Apesar da ampla distribuição geográfica, atualmente sua presença é descontínua, devido à devastação intensa das matas e à falta de reposição (RUSCHEL et al., 2003). Encontra-se na lista de espécies vulneráveis para extinção (MARTINELLI; MORAES, 2013; IUCN 2019).

A grácia é uma espécie florestal de importância econômica, por apresentar elevado porte e atingir grandes dimensões, gerando assim interesse madeireiro. A sua madeira tem usos múltiplos, é amarela, densa (0,75 a 1,00 g cm⁻³) (MARCHIORI, 1997) e sua casca chega a ter 24% de taninos, servindo para a indústria de curtumes (NICOLOSO et al., 1999). Além do destaque na produção de madeira, a espécie é indicada para uso em sistemas agroflorestais, áreas de restauração florestal e enriquecimento de fragmentos em desenvolvimento, possuindo importância ecológica inquestionável (SILVA et al., 2003).

Nos últimos anos, estudos sobre o potencial medicinal da espécie estão sendo desenvolvidos, dando destaque para a atividade antimicrobiana da proteína lectina *ApulSL*, extraída das sementes (CARVALHO et al., 2015). E ainda, o extrato dos frutos de grácia foi avaliado quanto a atividade biocida (SILVA et al., 2014).

A espécie floresce na primavera, geralmente durante a transição para o período de maior pluviosidade (CARVALHO, 2003; FELIPPI et al., 2012) e frutifica no verão (MARCHIORI, 1997).

O número de sementes por quilograma é em média de 10.027 unidades (FELIPPI et al., 2012). Possui sementes ortodoxas (EIBL et al., 1994) com dormência tegumentar (CARVALHO, 2003). O tratamento mais eficiente para romper a exotesta das sementes da espécie é utilizando ácido sulfúrico, a utilização de água quente não é eficiente, pois ocasiona a morte do embrião (NICOLOSO et al., 1997; CASTRO et al., 2017). As sementes de grácia

comportaram-se como fotoblásticas neutras e germinam melhor à temperatura de 25°C (HENICKA et al., 2006).

As dificuldades na coleta de sementes de espécies nativas de grande porte, como a grápia, a menor produção de sementes se comparada com árvores isoladas e uma considerável quantidade de sementes atacadas por predadores naturais, ressaltam propostas como a de Silva e Higa (2006), que sugerem a implantação de pomares de sementes de espécies florestais nativas, com a finalidade de aumentar a oferta de sementes de qualidade física e fisiológica para restauração ambiental.

Aspectos relacionados à produção de sementes (qualidade e quantidade) devem ser considerados quando o objetivo é produção de mudas para plantios de restauração. Sanidade e produção de sementes são dois pré-requisitos essenciais para a produção de essências nativas em viveiro, mantendo-se a máxima variabilidade genética (SILVA; HIGA, 2006).

Medidas visando a conservação dos ecossistemas naturais e a restauração dependem, primeiramente, do conhecimento sobre as espécies. O desconhecimento das características silviculturais das espécies nativas impede que as mesmas sejam usadas em restauração e de forma intensiva em reflorestamentos (FOSSATI, 2007). Da mesma forma, a efetividade desse uso depende principalmente dos fatores genéticos do material utilizado e da qualidade das mudas produzidas.

Uma alternativa para potencial melhoria na qualidade das mudas de essências nativas pode ser induzida com o uso de micorrizas (ANDREAZZA et al., 2011). Os fungos micorrízicos têm a capacidade de se associar à raízes das plantas e modificá-las, criando estruturas próprias, onde há a troca de metabólitos e nutrientes entre hospedeiro e fungo (GROSS et al., 2004). Essa troca favorece tanto os fungos, quanto as plantas, que podem receber mais nutrientes e obter um maior crescimento, ou até mesmo, rusticidade. Poucas pesquisas são desenvolvidas com uso de micorrizas em espécies nativas, pois estas exigem testes com diversas espécies de fungos até descobrir qual deles interage com a espécie de estudo.

Para a formação das mudas é de extrema necessidade conhecer o processo germinativo das sementes, qualidade das sementes, variabilidade genética do material utilizado, características do desenvolvimento inicial e tratos culturais, relacionados com a resposta no desenvolvimento das mudas.

A espécie foi selecionada para esse estudo, dada à importância e escassez de informações, especialmente para estudos de implantação de projetos florestais, como programas de reflorestamento de áreas degradadas ou de recomposição de matas nativas.

O trabalho é subdividido em dois capítulos: o Capítulo I irá tratar sobre a variabilidade genética entre as matrizes do estudo, utilizando dados das sementes e do desenvolvimento inicial das mudas da espécie. E o Capítulo II aborda o uso de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento inicial das mudas de gráquia, testando a interação com as diferentes matrizes.

1.1 HIPÓTESES

A distribuição geográfica de árvores de *Apuleia leiocarpa* ao longo da região Sul do Brasil e as pressões de seleção sofridas pela espécie sugerem que:

1. Existe variabilidade genética entre os indivíduos da espécie, e caracteres biométricos das sementes, potencial de germinação e crescimento inicial de mudas são parâmetros que podem demonstrar esta variabilidade.
2. O tamanho das sementes, germinação e crescimento inicial de mudas apresenta variação em função das progêniens de gráquia, o que sugere a presença de variabilidade genética para estas características.
3. Existe interação entre matrizes de gráquia e fungos micorrízicos arbusculares, favorecendo o crescimento e desenvolvimento inicial de mudas.

1.2 OBJETIVO GERAL

Estimar a variabilidade genética entre matrizes de *Apuleia leiocarpa* a partir de caracteres juvenis em teste de progêniens e verificar a interação de mudas das matrizes com fungos micorrízicos arbusculares.

1.2.1 Objetivos específicos

- ✓ Verificar a existência de variabilidade genética entre as matrizes de gráquia, a partir de caracteres juvenis.
- ✓ Comparar as diferentes progêniens de gráquia quanto a biometria de sementes, germinação e crescimento inicial de mudas.
- ✓ Testar o uso de fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e desenvolvimento inicial de mudas das matrizes de gráquia e avaliar possíveis interações.

REFERÊNCIAS

- ANDREAZZA, R.; ANTONIOLLI, Z. I.; LEAL, L. T.; MORO JR.; C., SILVA, R. F. Ectomicorras em grácia [*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbride] e Canafístula [*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert] *in vitro*. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 727–734. 2011.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA/CNPR, Brasília: EMBRAPASPI, v.1. 2003. 1039 p.
- CARVALHO, A. S.; SILVA, M. V.; GOMES, F. S.; PAIVA, P. M.; MALAFAIA, C. B.; SILVA, T. D.; VAZ, A. F.; SILVA, A. G.; ARRUDA, I. R.; NAPOLEÃO, T. H.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M. D.; CORREIA, M. T. Purification, characterization and antibacterial potential of a lectin isolated from *Apuleia leiocarpa* seeds. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 75. p. 402-408. 2015
- CASTRO, D. S.; ARAUJO, E. F.; BORGES, E. E. L.; AMARO, H. T. R. Caracterização da testa de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. após superação de dormência. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 1061–1068. 2017.
- EIBL, B.I.; SILVA, F.; CARVALHO, A.; CZEREPAK, R.; KEHL, J. *Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones*, R.A. **Yvyraretá**, Eldorado, v.5, n.5, p.3348, 1994.
- FELIPPI, M.; MAFFRA, C. R. B.; CANTARELLI, E. B.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fenologia, Morfologia e Análise de Sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F Macbr. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 477–491, 2012.
- FOSSATI, L.C. **Ecofisiologia da germinação das sementes em populações de *Ocotea puberula* (Rich.) Ness, *Prunus sellowii* Koehne e *Piptocarpha angustifolia* Dusén Ex Malme**. CURITIBA. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná. 2007.
- FREITAS, L. B.; BEREL, F. **Genética e evolução vegetal**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande Sul, 2003.
- FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. 2º Edição. Ribeirão Preto: Funpec-RP. 2002. 631 p. 2002.

GROSS, E.; CASAGRANDE, L. I. T.; CAETANO, F. H. Ultrastructural study of ectomycorrhizas on *Pinus caribaea* Morelet. var. *hondurensis* Barr. & Golf. seedlings. **Acta botanica brasílica**, São Paulo, v. 18, n.1, p. 1-7, 2004.

HENICKA, G. S.; BRAGA, L. F.; SOUZA, M. P.; CARVALHO, M. A. C. Germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr.: Temperatura, Fotoblastismo e estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 4, n. 1, p. 37-46, 2006.

IUCN 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 12 July 2019.

LENCINA, K. H. **Micropropagação e diversidade genética em Apuleia leiocarpa (Vogel) J. F Macbride.** Tese, Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

LOVELESS, M. D.; HAMRICK, J. L. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. **Annual Review Ecology Systematics**, v.15, p.65-95, 1984.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas.** Santa Maria: Ed. UFSM, 1997. 200 p.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.

MATTOS, N. F.; GUARANHA, J. **Contribuição ao estudo da grácia (Apuleia leiocarpa).** Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis “AP”, 1983. 25 p. (Boletim Técnico, 12).

NICOLOSO, F. T.; GARLET, A.; ZANCHETTI, F.; SEBEM, E. Efeito de métodos de escarificação na superação da dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento da grácia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**, v. 27, n. 3, p. 419-424, 1997.

NICOLOSO, F. T.; ZANCHETTI, F.; GARLET, A.; FOGAÇA, M. A. F. Exigências nutricionais da grácia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) em solo podzólico vermelho amarelo 1. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 225-231, 1999.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto: madeira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Sellowia. 1983. 525 p.

RUSCHEL, A. R.; NODARI, E. S.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. Evolução do uso e valorização das espécies madeiráveis da Floresta Estacional Decidual do Alto Uruguai, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 153-166, 2003

SHIMIZU, J. Y. Estratégia Complementar para conservação de espécies florestais nativas: resgate e conservação de ecótipos ameaçados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 54, p. 07-35, 2007.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; SANTOS, N. R. L.; PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua sub Montana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 311-319, 2003.

SILVA, L. D.; HIGA, A. R. Planejamento e implantação de pomares de sementes de espécies florestais nativas. In: HIGA, A.R.; SILVA, L.D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, p. 13-39. 2006.

SILVA, L. N.; TRENTIN, D. S.; ZIMMER, K. R.; TRETER, J.; BRANDELLI, C. L.; FRASSON, A. P.; TASCA, T.; SILVA, A. G.; SILVA, M. V.; MACEDO, A. J. Anti-infective effects of Brazilian Caatinga plants against pathogenic bacterial biofilm formation. **Pharmaceutical Biology**, n. 53, v. 3, p. 464-468, 2014.

2 CAPÍTULO I: VARIABILIDADE GENÉTICA PARA CARACTERES JUVENIS DE PROGÊNIES DE *Apuleia leiocarpa*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a existência de variabilidade genética em progênies oriundas de matrizes de grácia de populações naturais, para características do crescimento inicial de mudas. Coletou-se sementes de 13 matrizes, em quatro municípios do RS e SC, assim como os dados dendrométricos das árvores, dados meteorológicos e características do solo onde estão localizadas. Foi realizada a biometria em um lote de 100 sementes de cada matriz, e em seguida instalado um experimento para avaliar as progênies, em delineamento inteiramente casualizado com oito repetições e 17 plantas por repetição, nos treze tratamentos (matrizes). As sementes foram escarificadas com lixa d'água para superar a dormência tegumentar, semeadas em tubetes de 175 cm³ e cobertas com vermiculita. Avaliou-se a velocidade de emergência das plântulas e a porcentagem de emergência, e aos 210 dias o diâmetro do coletor e altura das mudas, assim como a porcentagem final de sobrevivência. Foi encontrada diferença significativa para todas as variáveis observadas para sementes e mudas das matrizes de grácia. Comprimento e largura de sementes demonstraram valores altos para herdabilidade (acima de 0,6), sendo possível utilizar o tamanho da semente para a análise de variabilidade genética entre plantas da espécie, mas não como variável indicativa de qualidade fisiológica e vigor. A porcentagem de emergência das plântulas, provavelmente, tem relação com as características da planta matriz (altura e diâmetro), indicada pela análise de correlação. Assim, é adequado o uso das mudas para áreas de restauração florestal, pois apresentam indicativos de diversidade genética.

Palavras-chave: Grácia. Biometria de sementes. Parâmetros genéticos.

GENETIC VARIABILITY FOR YOUTH CHARACTERS OF *Apuleia leiocarpa* PROGENIES

ABSTRACT

The objective of this work was to verify the existence of genetic variability in progenies from grapia matrices of natural populations, for characteristics of initial seedling growth. Seeds of 13 matrices were collected in four municipalities of RS and SC, as well as dendrometric data of trees, meteorological data and soil characteristics where they are located. Biometrics was performed in a batch of 100 seeds of each matrix, and then an experiment was carried out to evaluate the progenies, in a completely randomized design with eight replications and 17 plants per repetition, in the thirteen treatments (matrices). The seeds were scarified with sandpaper to overcome the integumentary dormancy, sown in 175 cm³ tubes and covered with vermiculite. Seedling emergence velocity and emergence percentage were evaluated, and at 210 days the seedling diameter and seedling height, as well as the final survival percentage. Significant difference was found for all variables observed for seeds and seedlings of grapia matrices. Seed length and width showed high values for heritability (above 0.6), and it was possible to use seed size for the analysis of genetic variability among plants of the species, but not as an indicative variable of physiological quality and vigor. The seedling emergence percentage is probably related to the characteristics of the matrix plant (height and diameter), indicated by the correlation analysis. Thus, the use of seedlings for forest restoration areas is appropriate, as they have indicative of genetic diversity.

Keywords: Grapia. Seed Biometrics. Genetic parameters.

2.1 INTRODUÇÃO

Apuleia leiocarpa (Vogel) J. F. Macbride ($2n = 26$) é uma espécie da família Fabaceae, nativa do Brasil e conhecida como a rainha das florestas na região sul do país. Popularmente chamada de grácia, desenvolve-se na Floresta Estacional Decidual e atinge grandes dimensões, com altura média de 25-35 metros e diâmetro de 60-90 centímetros (LORENZI, 2008).

A espécie possui potencial madeireiro devido a suas dimensões e características da madeira, com densidade de 0,75 a 1,00 g cm⁻³ (MARCHIORI, 1997), coloração amarelada e alta durabilidade (REITZ et al., 1988; MARCHIORI, 1997). Além de possuir potencial apícola, paisagístico, medicinal (CARVALHO et al., 2015; SILVA et al., 2014), uso em áreas de restauração florestal e uso na indústria de curtumes, considerando que sua casca chega a ter 24% de taninos (NICOLOSO et al., 1999).

Apresenta estágios fenológicos em épocas semelhantes nos estados do Sul, florescendo na primavera e frutificando no verão (FELIPPI, 2010). Planta monoica, possui flores brancas ou de cor creme, masculinas e hermafroditas, predominantemente alógama (SAMPAIO; VENTURINI, 1990; STEINER, 2014) e com polinização principalmente por abelhas. Possui formação de inflorescências dispostas em panículas, sendo o fruto uma vagem ovoide, indeiscente e achatada, disperso pelo vento, possuindo só uma semente por fruto, dura, achatada e de coloração marrom-escura (BACKES; IRGANG, 2002).

A coleta de sementes e produção de mudas de grácia é afetada pela produtividade de frutos em períodos irregulares, levando dois ou mais anos para se obter uma safra satisfatória. (FELIPPI et al., 2012; MATTOS; GUARANHA, 1983). Brancalion et al. (2009), mencionam que plantios de restauração florestal raramente incluem espécies ameaçadas de extinção, especialmente pela dificuldade de obtenção de sementes e mudas desses indivíduos. Essa variação na produção de sementes está ligada às condições ambientais, como também à variabilidade genética entre as plantas da espécie.

A variabilidade genética está diretamente ligada a evolução das espécies. Considerando uma população, os indivíduos que apresentarem genótipos favoráveis (à aquela situação) tem maior chance de se perpetuar, tendo sucesso reprodutivo e adaptativo (FUTUYMA, 2002). Espécies arbóreas geralmente possuem um grau relativamente alto de variações genéticas, isso quando comparadas com outras plantas e espécies animais (MITTON, 1983; LEDIG, 1986).

A limitação entre o fluxo gênico das populações vegetais e as pressões de seleção sofridas ao longo do tempo, conferem a grupos populacionais características genéticas distintas, verificando-se que a variação genética das espécies está associada à sua distribuição geográfica (FREITAS; BEREL, 2003). O fluxo gênico via pólen e sementes têm demonstrado estar associados à estrutura genética das populações de espécies arbóreas, na qual a distância do voo dos polinizadores e dispersores ser um indicativo da estrutura espacial da diversidade genética de populações (KAGEYAMA; LEPSCH-CUNHA, 2001).

Conhecer a variabilidade genética das espécies nativas, em especial aquelas que apresentam vulnerabilidade à extinção (JUCHUM et al., 2007), como a grápia, se tornam de relevada importância, para a produção de mudas e utilização da espécie na restauração florestal. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi verificar a existência de variabilidade genética de progêneres de grápia para caracteres do crescimento inicial de mudas.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de coleta de sementes

As progêneres pré-marcadas de grápia são oriundas do Projeto de Resgate e Formação de Banco de Germoplasma da Linha de Transmissão (LT) 525 kV Salto Santiago – Itá – Nova Santa Rita. Dentre as 40 matrizes marcadas no projeto, 13 foram utilizadas neste estudo, devido à época de coleta e produção de sementes (ANEXO A e B).

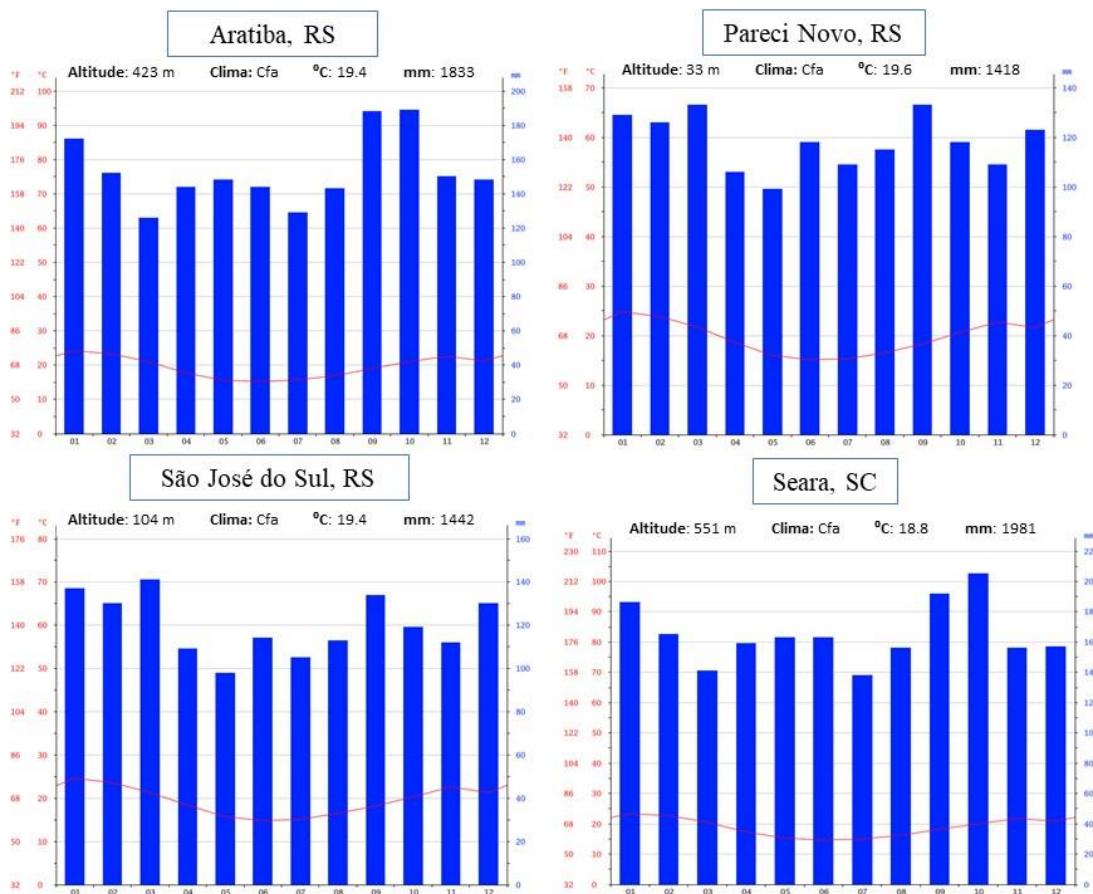
Para a coleta de sementes respeitou-se a distância mínima de 100 metros entre as árvores, seguindo recomendação de Piña-Rodrigues (2002) e Mori (2003), com o objetivo de minimizar o risco de amostrar indivíduos parentados, ou seja, que passaram por endocruzamento, buscando qualidade genética e físico-fisiológica das sementes (Piña-Rodrigues et al., 2007).

As matrizes marcadas no projeto são visivelmente saudáveis, sem ataque de pragas e danos mecânicos no tronco. Foram coletados dados dendrométricos de cada matriz (Tabela 1), assim como dados climáticos da cidade onde estão localizadas: tipo de clima, temperatura média e precipitação (Figura 1).

Tabela 1. Altura e diâmetro à altura do peito (DAP) das matrizes de *Apuleia leiocarpa* (AL) e municípios onde estão localizadas.

| Matriz | Altura (m) | DAP (cm) | Local |
|--------|------------|----------|---------------------|
| AL 7 | 19,0 | 44,9 | Pareci Novo, RS |
| AL 8 | 15,0 | 32,2 | Pareci Novo, RS |
| AL 9 | 23,0 | 28,3 | São José do Sul, RS |
| AL 14 | 21,0 | 71,0 | São José do Sul, RS |
| AL 29 | 28,0 | 69,4 | São José do Sul, RS |
| AL 30 | 21,0 | 59,8 | São José do Sul, RS |
| AL 31 | 27,0 | 58,3 | São José do Sul, RS |
| AL 32 | 28,0 | 61,8 | São José do Sul, RS |
| AL 33 | 20,0 | 33,1 | São José do Sul, RS |
| AL 34 | 24,0 | 36,6 | São José do Sul, RS |
| AL 36 | 12,0 | 48,4 | São José do Sul, RS |
| AL 37 | 35,0 | 88,5 | Aratiba, RS |
| AL 38 | 37,0 | 82,8 | Seara, SC |

Figura 1. Dados climáticos médios (temperatura e precipitação) de Aratiba (RS), Pareci Novo (RS), São José do Sul (RS) e Seara (SC).



Fonte: climate-data.org, 2019.

Nas áreas onde as matrizes estão localizadas, foi realizada a coleta de solo na profundidade de 0-10 cm com trado do tipo holandês, compondo amostras compostas representativas, a fim de realizar a caracterização química do solo de cada área. A distribuição das matrizes nas áreas e quantidade de sub amostras para compor cada coleta é descrita no APÊNDICE A.

Coleta de frutos e beneficiamento

As coletas foram realizadas em janeiro/2018 e março/2018. Os frutos que apresentavam coloração marrom foram coletados no solo embaixo da planta matriz, armazenados em sacos plásticos, identificados e levados para o Viveiro Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no município de Lages, SC. Permaneceram em local fresco e arejado para secagem, durante 20 dias. A extração das sementes ocorreu de forma manual, abrindo-se a vagem para retirada das mesmas. Descartaram-se as sementes murchas, atacadas por fungos ou predadas, e as sementes visualmente sadias foram armazenadas em recipiente de papel, em geladeira à 8°C, até a abril/2018.

Biometria de sementes

Selecionou-se aleatoriamente uma amostra de 100 sementes de cada matriz para as medições. As medidas de comprimento e largura das sementes (Figura 2) foram obtidas com a utilização de um paquímetro digital (0,01 mm).

Figura 2. Orientação em que as medidas de comprimento e largura foram tomadas nas sementes de *Apuleia leiocarpa*.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Superação de dormência e delineamento experimental

As sementes de grápia foram submetidas à escarificação mecânica de forma manual com lixa nº 120, para a superação de dormência tegumentar. Após este processo, as sementes foram lavadas em água destilada e secas em papel toalha.

Para uniformizar e favorecer o processo de embebição em água, optou-se por colocar as sementes em caixas Gerbox, em germinador, antes da semeadura no viveiro. As sementes foram depositadas na caixa Gerbox sob papel Germitest®, espaçadas, e então cobertas com outra lâmina de papel Germitest®, ambos umedecidos com água destilada. As caixas, com 50 sementes cada, foram depositadas em germinador BOD (*Biochemical Oxigen Demand*) por 30 horas, regulado a 25°C e fotoperíodo de 12 h. Durante esse período, verificou-se a umidade do papel Germitest® a cada 8 h, para evitar o ressecamento.

Após 30 horas em BOD, as caixas com as sementes foram levadas para o Viveiro Florestal - CAV. A semeadura foi feita em tubetes de polietileno de 175 cm³, utilizando-se substrato comercial a base de casca de pinus compostada, vermiculita e adubação de base, enriquecido com 6 g L⁻¹ de fertilizante de liberação com trolada® (15-09-12, 5 M). As sementes foram depositadas sob o substrato, e cobertas com 15 ml de vermiculita expandida de granulometria média. Todos as sementes receberam cobertura igual, para não influenciar no processo de emergência e avaliação. As grades com os tubetes permaneceram em casa de vegetação com temperatura de 20 a 30°C, irrigação por microaspersão, sendo quatro irrigações por dia, durante 10 minutos, reduzida para 3 vezes ao dia no período de inverno, durante 5 minutos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito repetições de 17 plantas cada, contando com 13 tratamentos (matrizes) (Tabela 1).

Variáveis medidas

Além da biometria das sementes, avaliou-se a velocidade de emergência das plântulas, a porcentagem de emergência, o diâmetro do coleto e altura das mudas, assim como a porcentagem final de sobrevivência. A avaliação de emergência foi realizada diariamente, considerando-se como plântulas emergidas aquelas que apresentavam a alça cotiledonar acima do substrato (Figura 3).

Figura 3. Representação da emergência da alça cotiledonar (indicada pela seta vermelha) em semente de *Apuleia leiocarpa*.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

O cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) foi realizado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \left(\frac{E1}{N1} \right) + \left(\frac{E2}{N2} \right) + \dots + \left(\frac{En}{Nn} \right)$$

Em que: IVE = índice de velocidade de emergência; E = número de plântulas emergidas em cada dia, e; N = número de dias transcorridos da semeadura à última contagem de germinação.

A porcentagem de emergência das plântulas foi avaliada junto com a última contagem de emergência, no 18º após a semeadura. Consideraram-se as plântulas normais, para esse cálculo.

Aos 210 dias, realizou-se a medição de altura e diâmetro do coleto das mudas. Para altura utilizou-se uma régua de 60 cm, e para o diâmetro, um paquímetro digital (0,01 mm). Após, calculou-se a relação altura/diâmetro do coleto (H/D) e a porcentagem de sobrevivência das mudas.

Análises estatísticas

Após análise dos dados das variáveis observadas, confirmada a normalidade através do teste de Kolmogorov-Smirnov ($p>0,05$) e a homogeneidade através do teste de Bartlett

($p>0,05$), os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA e quando significativos realizou-se o teste de médias de Scott-Knott ($p<0,05$), com auxílio do software estatístico Sisvar.

Foi realizada análise de correlação de Pearson para as variáveis: altura da matriz, diâmetro da matriz, temperatura média e características do solo (pH, Ca, Mg, Al, MO, P, K e CTC) do local onde a matriz está localizada, largura e comprimento das sementes, IVE, porcentagem de emergência, porcentagem de sobrevivência, diâmetro do coleto e altura das mudas.

A análise genética foi realizada com o auxílio do software Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada (SELEGEN) (RESENDE, 2002). Para as variáveis comprimento e largura de sementes o modelo estatístico utilizado foi: $y = Xu + Za + e$, em que y é o vetor de dados, u é o escalar referente à média geral (efeito fixo), a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios), e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).

Para a estimativa dos parâmetros genéticos das variáveis IVE, porcentagem de emergência, diâmetro do coleto e altura das mudas, o modelo estatístico utilizado foi: $y = Xu + Za + Wp + e$, em que y é o vetor de dados, u é o efeito da média geral (fixo), a é o vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios), p é o vetor dos efeitos de parcela, e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). Em ambos modelos as letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

2.3 RESULTADOS

Biometria de sementes e IVE

Para a biometria das sementes foi possível observar que as sementes apresentaram tamanhos variados (Tabela 2).

Tabela 2. Biometria de sementes e IVE (índice de velocidade de emergência) para as matrizes de *Apuleia leiocarpa*.

| Matriz | Biometria da semente | | IVE |
|--------|----------------------|-------------------|-------------------|
| | Largura (mm) | Comprimento (mm) | |
| AL 33 | 7,39 ^{a*} | 7,89 ^b | 1,20 ^a |
| AL 7 | 7,24 ^a | 7,45 ^c | 0,56 ^b |
| AL 36 | 7,04 ^b | 7,56 ^c | 1,07 ^b |
| AL38 | 6,89 ^b | 8,19 ^a | 0,80 ^b |
| AL 37 | 6,79 ^c | 7,93 ^b | 0,57 ^b |
| AL 34 | 6,70 ^c | 8,13 ^a | 0,91 ^b |
| AL 8 | 6,55 ^d | 7,56 ^c | 1,60 ^a |
| AL 31 | 6,51 ^d | 7,78 ^b | 1,06 ^b |
| AL 14 | 6,28 ^e | 7,78 ^b | 0,92 ^b |
| AL 32 | 6,27 ^e | 7,53 ^c | 1,37 ^a |
| AL 30 | 6,26 ^e | 7,68 ^c | 1,05 ^b |
| AL 29 | 6,13 ^e | 7,64 ^c | 0,99 ^b |
| AL 9 | 5,56 ^f | 7,11 ^d | 1,29 ^a |
| Média | 6,58 | 7,71 | 1,03 |
| CV % | 4,18 | 4,67 | 41,33 |

*Dados seguidos de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott ($p<0,05$).

Houve maior diferença entre a largura das sementes do que entre o comprimento. As duas matrizes que apresentaram sementes mais largas, não tinham o maior comprimento, assim como as duas de maior comprimento não são as mais largas. A matriz AL 33 apresentou o maior tamanho de sementes, considerando as dimensões de largura e comprimento, seguida pelas matrizes AL 38, AL 34, AL 07 e AL 37. As menores sementes foram das matrizes AL 32, AL 30, AL 29 e AL 09.

A emergência das plântulas de grápia iniciou no 5º dia após a semeadura (contado a partir do momento em que as sementes foram colocadas no germinador BOD). A avaliação e contagem da emergência foram realizadas todos os dias, até a estabilização, fato que ocorreu no 18º dia após a semeadura.

O maior número de plântulas emergidas foi observado entre o 8º e o 10º dia. Para o cálculo do IVE utilizou-se os dados do 5º ao 10º dia. Essa limitação no uso dos dias de avaliação foi adotada para não favorecer os resultados para nenhuma matriz.

Quatro matrizes apresentaram um IVE superior e diferiram estatisticamente das demais (Tabela 2). O IVE numericamente mais alto foi atribuído a matriz AL 08, seguida pelas matrizes AL 32, AL 09 e AL 33.

Emergência e desenvolvimento inicial

A porcentagem de emergência apresentou variação entre as matrizes (Tabela 3). As sementes das matrizes AL 09 e AL 08 se destacaram das demais, com 93% e 84% de emergência, respectivamente. Estas duas matrizes também ficaram entre as quatro com maiores IVE registrados. Os índices mais baixos ficaram com as matrizes AL 07 e AL 37, com 38% e 32% de emergência, respectivamente, coincidindo com os menores índices de IVE, entre as treze matrizes avaliadas. A média geral de emergência ficou em 62 %.

Tabela 3. Emergência (*E*), sobrevivência (*SB*), altura (*H*), diâmetro do coleto (*DC*) e relação altura/diâmetro (*H/D*) de mudas de *Apuleia leiocarpa*.

| Matriz | E (%) | SB (%) | H (cm) | DC (mm) | H/D |
|-----------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| AL 9 | 93 ^a | 47 ^a | 9,7 ^b | 1,75 ^b | 5,53 ^b |
| AL 8 | 84 ^a | 61 ^a | 11,1 ^a | 1,96 ^a | 5,68 ^a |
| AL 36 | 69 ^b | 60 ^a | 10,5 ^b | 1,99 ^a | 5,33 ^b |
| AL 32 | 65 ^b | 55 ^a | 10,0 ^b | 1,84 ^b | 5,48 ^b |
| AL 29 | 65 ^b | 59 ^a | 10,2 ^b | 1,84 ^b | 5,52 ^b |
| AL 33 | 65 ^b | 52 ^a | 12,4 ^a | 2,02 ^a | 6,15 ^a |
| AL 14 | 63 ^b | 48 ^a | 9,60 ^b | 1,76 ^b | 5,49 ^b |
| AL 31 | 62 ^b | 56 ^a | 11,1 ^a | 2,05 ^a | 5,49 ^b |
| AL 38 | 61 ^b | 49 ^a | 9,70 ^b | 2,00 ^a | 4,68 ^c |
| AL 34 | 57 ^b | 60 ^a | 11,9 ^a | 2,03 ^a | 5,87 ^a |
| AL 30 | 57 ^b | 48 ^a | 10,5 ^b | 1,94 ^a | 5,41 ^b |
| AL 7 | 38 ^c | 38 ^a | 11,3 ^a | 1,90 ^b | 5,89 ^a |
| AL 37 | 32 ^c | 42 ^a | 9,30 ^b | 1,86 ^b | 5,03 ^c |
| Média: 62 | | Média: 52 | | Média: 10,6 | |
| CV% 27,9 | | CV% 38,7 | | CV% 25,83 | |
| | | | | CV% 20,22 | |
| | | | | CV% 18,10 | |

*Dados seguidos de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott ($p<0,05$).

Para a altura, diâmetro de coleto e porcentagem de sobrevivência das mudas também houve diferenças entre as matrizes (Tabela 3). Os valores observados para sobrevivência foram considerados baixos, em função da perda de muitas mudas ao longo do experimento. A porcentagem de sobrevivência das mudas não diferiu estatisticamente entre as matrizes (Tabela 3). A média geral foi de 52 % de sobrevivência, tendo um decréscimo de mudas, até a avaliação (7 meses).

Para altura e diâmetro do coleto pode-se observar que os valores encontrados são considerados baixos para mudas de 7 meses da espécie, onde a altura média foi de 10,6 cm e diâmetro do coleto de 1,92 mm. As mudas das matrizes que apresentaram maior crescimento

(altura e DC) foram: AL 33, AL 34, AL 07, AL 31 e AL 08. Dentre essas, somente AL 08 apresentou porcentagem de emergência superior às demais, enquanto as sementes da matriz AL 07 apresentaram baixo poder de emergência das plântulas. As sementes das demais matrizes obtiveram índices médios de emergência.

Análise de Correlação

Com a análise de correlação de Person (Tabela 4), percebeu-se para a biometria de sementes, que a largura não apresentou nenhuma correlação superior a 0,5. Já o comprimento das sementes, apresentou correlação positiva próxima a 0,5 com a altura e diâmetro das árvores matrizes, e negativa com a temperatura dos locais de coleta. A largura e o comprimento das sementes apresentaram valores também próximos a 0,5. A emergência e o IVE apresentaram forte correlação (0,85), comprovando o observado no teste de médias, onde os maiores índices de IVE coincidiram com as maiores porcentagens de emergência. A emergência também apresentou correlação negativa próximo a 0,5 em relação ao comprimento e largura de sementes.

O diâmetro e a altura das matrizes correlacionam-se entre si, e em seguida com a maioria dos nutrientes do solo. O resultado completo da análise do solo está apresentado no APÊNDICE B.

A altura das mudas cultivadas apresentou 0,69 de correlação com o fósforo (P) do local de origem das matrizes, assim como a sobrevivência das mudas teve correlação de 0,64 com o alumínio (Al) do local de origem.

Tabela 4. Resultado da correlação de Pearson para as 18 variáveis analisadas, nas progêneres de *Apuleia leiocarpa*.

| | Hm | DAPm | T média | pH | Ca | Mg | Al | MO | P | K | CTC | LS | CS | IVE | E | SB | H mudas | DC mudas |
|-----------------|-----------|-------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|----------------|-----------------|
| Hm | 1,00 | 0,72 | -0,65 | 0,10 | 0,20 | -0,02 | -0,15 | 0,57 | -0,80 | 0,08 | 0,32 | -0,13 | 0,49 | -0,42 | -0,37 | -0,29 | -0,47 | -0,09 |
| DAPm | | 1,00 | -0,52 | 0,09 | 0,10 | 0,03 | -0,12 | 0,47 | -0,70 | 0,04 | 0,25 | -0,01 | 0,46 | -0,55 | -0,55 | -0,30 | -0,67 | -0,18 |
| T média | | | 1,00 | -0,06 | -0,14 | 0,02 | 0,16 | -0,57 | 0,60 | 0,02 | -0,16 | -0,05 | -0,56 | 0,23 | 0,01 | 0,05 | 0,34 | -0,19 |
| pH | | | | 1,00 | 0,95 | 0,92 | -0,95 | 0,69 | -0,08 | 0,98 | 0,86 | -0,04 | -0,20 | -0,43 | -0,14 | -0,73 | -0,40 | -0,53 |
| Ca | | | | | 1,00 | 0,93 | -0,88 | 0,69 | -0,20 | 0,94 | 0,95 | -0,26 | -0,29 | -0,35 | 0,00 | -0,72 | -0,52 | -0,63 |
| Mg | | | | | | 1,00 | -0,80 | 0,49 | 0,06 | 0,90 | 0,89 | -0,25 | -0,32 | -0,30 | 0,02 | -0,64 | -0,41 | -0,68 |
| Al | | | | | | | 1,00 | -0,79 | 0,20 | -0,89 | -0,73 | -0,08 | 0,04 | 0,39 | 0,13 | 0,64 | 0,37 | 0,39 |
| MO | | | | | | | | 1,00 | -0,54 | 0,59 | 0,58 | 0,18 | 0,33 | -0,60 | -0,35 | -0,60 | -0,50 | -0,18 |
| P | | | | | | | | | 1,00 | -0,03 | -0,32 | 0,30 | -0,29 | 0,12 | 0,09 | 0,18 | 0,69 | 0,15 |
| K | | | | | | | | | | 1,00 | 0,87 | -0,07 | -0,32 | -0,43 | -0,15 | -0,77 | -0,36 | -0,55 |
| CTC | | | | | | | | | | | 1,00 | -0,45 | -0,34 | -0,32 | -0,01 | -0,72 | -0,65 | -0,73 |
| LS | | | | | | | | | | | | 1,00 | 0,48 | -0,39 | -0,54 | -0,10 | 0,54 | 0,64 |
| CS | | | | | | | | | | | | | 1,00 | -0,41 | -0,47 | 0,09 | 0,17 | 0,56 |
| IVE | | | | | | | | | | | | | | 0,85 | 0,63 | 0,18 | 0,01 | |
| E | | | | | | | | | | | | | | | 1,00 | 0,55 | 0,01 | -0,14 |
| SB | | | | | | | | | | | | | | | | 1,00 | 0,33 | 0,40 |
| H mudas | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,00 | 0,69 |
| DC mudas | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,00 |

Em que: Hm – altura da matriz; DAPm – DAP da matriz; T média – temperatura média do local onde se encontra a matriz; pH, Ca, Mg, Al, MO, P, K, CTC – características químicas do solo onde a matriz está localizada; LS – largura das sementes; CS – comprimento das sementes; IVE – índice de velocidade de emergência; E – porcentagem de emergência; SB – porcentagem de sobrevivência; H mudas – altura média das mudas; DC mudas – diâmetro do coleto médio das mudas.

Estimativas de parâmetros genéticos

Entre as variáveis analisadas, comprimento de sementes (*CS*) e largura de sementes (*LS*), apresentaram os maiores valores para herdabilidade, sendo 0,67 e 0,69 respectivamente, considerados valores elevados. A *LS*, em relação à *CS*, apresentou maiores valores de importantes de estimativas de parâmetros genéticos como variância genética aditiva (σ^2_a), variância fenotípica individual (σ^2_{fi}), coeficiente de variação genética aditiva individual ($CV_{gi}(\%)$) e coeficiente de variação genotípica entre progênies ($CV_{gp}(\%)$).

O índice de velocidade de emergência (*IVE*) e a porcentagem de emergência (*E*) apresentaram uma herdabilidade próxima a 0,25 (baixa) e coeficientes de variação genética aditiva individual ($CV_{gi}(\%)$) entre 18,51 e 22,08, sendo considerados altos. Estas duas variáveis também apresentaram coeficiente de variação genotípica entre progênies ($CV_{gp}(\%)$) de aproximadamente 10% (médios). Contudo, os valores de coeficiente de variação residual $CV_e(\%)$ também foram elevados.

Tabela 5. Componentes da variância para as variáveis *CS* (comprimento de sementes), *LS* (largura de sementes), *IVE* (índice de velocidade de emergência), *E* (emergência), *DC* (diâmetro do coletor) e *H* (altura das mudas), para as sementes e mudas de *Apuleia leiocarpa*.

| Componentes | CS (mm) | LS (mm) | IVE | E(%) | DC (mm) | H (cm) |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| σ^2_a | 0,31 | 0,97 | 0,05 | 133,72 | 0,03 | 2,72 |
| σ^2_{parc} | - | - | 0,04 | 175,84 | 0,02 | 0,86 |
| σ^2_e | 0,15 | 0,40 | 0,12 | 201,94 | 0,11 | 4,79 |
| σ^2_{fi} | 0,47 | 0,57 | 0,22 | 511,50 | 0,16 | 8,38 |
| h^2_a | $0,67 \pm 0,12$ | $0,69 \pm 0,20$ | $0,24 \pm 0,27$ | $0,26 \pm 0,28$ | $0,18 \pm 0,09$ | $0,32 \pm 0,13$ |
| h^2_{aj} | - | - | 0,3054 | 0,3983 | 0,2165 | 0,3625 |
| C^2_{parc} | - | - | 0,19 | 0,34 | 0,14 | 0,1 |
| h^2_{ad} | 0,6102 | 2,2133 | 0,2480 | 0,3318 | 0,1717 | 0,2990 |
| $CV_{gi}(\%)$ | 7,28 | 14,93 | 22,08 | 18,51 | 9,05 | 15,74 |
| $CV_{gp}(\%)$ | 3,64 | 7,46 | 11,04 | 9,26 | 4,53 | 7,87 |
| $CV_e(\%)$ | 8,06 | 8,69 | 23,80 | 23,40 | 9,46 | 11,09 |
| <i>Média geral</i> | 7,71 | 6,59 | 1,05 | 62 | 1,92 | 10,61 |

Em que: σ^2_a = variância genética aditiva; σ^2_{parc} = variância ambiental entre parcelas; σ^2_e = variância residual (ambiental + não aditiva); σ^2_{fi} = variância fenotípica individual; h^2_a = herdabilidade individual no sentido restrito; h^2_{aj} = herdabilidade individual no sentido restrito, ajustada para os efeitos de parcela; C^2_{parc} = coeficiente de determinação dos efeitos de parcela; h^2_{ad} = herdabilidade aditiva dentro da parcela; $CV_{gi}(\%)$ = coeficiente de variação genética aditiva individual; $CV_{gp}(\%)$ = coeficiente de variação genotípica entre progênies; $CV_e(\%)$ = coeficiente de variação residual.

Em relação às variáveis diâmetro do coleto (*DC*) e altura das mudas (*H*), obteve-se maior herdabilidade para *H* (0,32), assim como para a variância genética aditiva (σ^2_a), variância fenotípica individual (σ^2_{fi}), coeficiente de variação genética aditiva individual ($CV_{gi}(\%)$) e coeficiente de variação genotípica entre progêneres ($CV_{gp}(\%)$).

2.4 DISCUSSÃO

As sementes de grácia apresentaram variação de tamanho entre as matrizes. O tamanho de sementes está relacionado à quantidade de reservas, influenciando a germinação e emergência (LEDO et al., 2002). A variação encontrada quanto ao tamanho, provavelmente aconteceu em função da variabilidade genética, visto que os valores de herdabilidade para *CS* e *LS* foram altos, acima de 0,6, demonstrando um efeito genético para esse caráter.

Assim, o tamanho de frutos e sementes pode variar entre plantas da mesma espécie, entre anos reprodutivos e também na mesma planta, como já relatado por Piña-Rodrigues e Aguiar (1993). A diferença no tamanho tanto de frutos quanto de sementes entre indivíduos, numa mesma população, possibilita a seleção com vistas à melhoria de um dado caractere, constituindo-se em uma das mais importantes fontes de variabilidade disponíveis (SANTOS et al., 2009), também auxiliando no estudo da dispersão e agentes dispersores.

Os valores observados ficaram entre 0,71 e 0,79 cm para *CS* e 0,50 a 0,70 cm para *LS*, menores do que outros experimentos em que as sementes tiveram 1,2 a 2,1 cm de comprimento e 0,60 a 0,95 cm de largura (FELIPPI et al., 2012).

Alguns trabalhos consideram que a classificação das sementes por tamanho e peso tem o objetivo de uniformizar a velocidade de emergência (PEDRON et al., 2004). Neste estudo, os maiores resultados para *IVE* foram observados nas matrizes AL 08; AL 32 e AL 09; sendo atribuídos as sementes consideradas pequenas pela biometria. A correlação do *IVE* com comprimento e largura das sementes foi baixa e negativa (-0,41 e -0,39 respectivamente), sugerindo que o tamanho da semente tem pequena influência no *IVE*, e germinação. Esse resultado impossibilita o uso de tamanho da semente como indicativo de sementes com qualidade fisiológica em grácia. Resultados semelhantes foram obtidos por Aguiar et al. (1996), Alves et al. (2005) e Santos et al. (2009), que não encontraram influência do tamanho das sementes de *Caesalpinia echinata* Lam, *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. e *Tabebuia chrysotricha* Mart. Ex. A. DC., respectivamente, sobre características procedentes do teste de germinação.

Com as diferentes taxas de emergência, a média entre todas as matrizes foi de 62%. Felippi et. al. (2012) obtiveram porcentagem final de sementes emergidas variando 26,38 a 87,54, sem uso de método para a superação de dormência, e Nicoloso et al. (1997) constatou um potencial de germinação de 90 a 100% usando ácido sulfúrico.

Os resultados obtidos sugerem que a potencialidade de germinação, assim como vigor, esteja associada às árvores matrizes individualmente e que a superação da dormência é importante para a homogeneização da germinação, principalmente para a produção de mudas provenientes de um lote de várias matrizes.

Para produção de mudas da espécie torna-se importante selecionar matrizes que produzam sementes com alto poder de germinação, tendo em vista que esse fator pode ser bem variável. A matriz AL 37 pode ser considerada a planta de maior idade quando comparada com as demais, observando-se sua elevada altura e grande diâmetro, o que pode explicar a baixa taxa de germinação das sementes. A correlação encontrada entre emergência e DAP das matrizes foi negativa, de -0,55, confirmando essa hipótese. Ainda considerando o diâmetro das plantas, as sementes das matrizes AL 09 e AL 08 que apresentaram as maiores taxas de germinação, são oriundas de matrizes com menores diâmetros, possivelmente as plantas mais jovens e com maior vigor vegetativo.

Quanto à sobrevivência, a taxa de mortalidade das plantas foi alta, mesmo com algumas matrizes apresentando uma tolerância maior aos fatores adversos. O que se pode utilizar como orientação para futuros experimentos com mudas de grápia, são os cuidados com irrigação, principalmente no inverno e com alta umidade relativa do ar. A temperatura dentro das casas de vegetação também pode danificar as folhas.

Observou-se alta mortalidade de mudas da espécie em período de inverno (junho e julho), devido à quantidade de irrigação recebida, padrão para as demais espécies do Viveiro Florestal. Os primeiros sintomas de mortalidade apareceram nas folhas, ficando estas com coloração verde clara e logo em seguida observou-se o tombamento das mudas. Após observação de mortalidade, as mudas passaram a receber irrigação em menor frequência.

Por se tratar de uma espécie da Floresta Estacional Decidual, que perde as folhas na época mais seca do ano, considerou-se que a irrigação regular (adotada para todas as mudas no Viveiro Florestal) e a baixa temperatura no inverno (causando menor evaporação) foram fatores agressivos para esta espécie. O fato de não utilizar toda a água recebida, gerou um sufocamento e causou a mortalidade.

Durante o mês de outubro (início de elevação de temperatura na região) houve nova mortalidade de mudas. As grades encontravam-se em casa de vegetação convencional e o excesso de luz e calor danificou algumas mudas, considerando-se que a espécie é secundária tardia e prefere locais mais sombreados para o desenvolvimento inicial. Com pouca tolerância ao forte calor, as mudas foram transferidas para casa de sombra, e avaliadas 15 dias após.

A avaliação de altura e diâmetro de coleto, realizada 210 dias após a semeadura, apontou baixo crescimento das mudas. Em outros trabalhos com a espécie, quatro meses após a germinação a altura média de foi 18 cm e diâmetro do coleto em torno de 3 mm (FELIPPI et al., 2012) e 10 cm aos 100 dias (NICOLOSO et al., 1997). Porém, essa diferença nas taxas de crescimento pode ser decorrente das condições climáticas onde cada estudo foi desenvolvido, e na época em que semeadura foi realizada. Neste experimento, a semeadura foi realizada no mês de abril e logo no segundo mês as plantas já ficaram sujeitas as condições de inverno, onde geralmente o crescimento é mais lento. Mattos e Guaranya (1983) sugerem que a melhor época para a semeadura da espécie na primavera.

Em relação aos parâmetros genéticos, o tamanho das sementes demonstrou ser um eficiente critério para verificar a diversidade genética entre a matrizes. A herdabilidade foi elevada para os dois critérios avaliados (largura e comprimento). As herdabilidades são classificadas conforme interpretação proposta por Resende (1995) de 0,01 a 0,15 como baixas; de 0,15 a 0,50 são medianas; e acima de 0,50 altas.

Quanto aos parâmetros genéticos em relação às variáveis diâmetro do coleto (*DC*) e altura das mudas (*H*), a *H* mostrou ser uma variável que possui maior facilidade de seleção de materiais superiores e contrastantes. Geralmente os valores de herdabilidade para características quantitativas como altura e diâmetro situam-se entre 0,2 a 0,3. Porém, pode apresentar elevada variação, principalmente em estágios mais jovens de desenvolvimento da planta, como observado no estudo de Menegatti et al. (2016), que encontraram valores de herdabilidade média de progênies de *Mimosa scabrella* aos 12 meses de idade variando de 0,11 a 0,54 para o caráter DAP e de 0,01 a 0,82 para o caráter altura.

Além de apresentar maior herdabilidade, a altura das mudas (*H*) apresentou maior coeficiente de variação genética, o que favorece a seleção. Os coeficientes de variação genética, tanto em nível de indivíduo ($CV_{gi}(\%)$) quanto em nível de progênie ($CV_{gp}(\%)$) são admitidos como indicadores essenciais da variação existente, permitindo estimar ganhos genéticos em testes de procedências e progênies (KAGEYAMA; VENCOVSKY, 1983). Conforme Sebbenn et al. (1998) um coeficiente de variação genético maior que 7% é considerado alto. Assim, todos os parâmetros de biometria de sementes, germinação e crescimento inicial das mudas podem

ser utilizados como indicativos de sucesso na seleção de materiais genéticos oriundos das matrizes de grácia.

Os valores do coeficiente de variação experimental ($CV_e(\%)$) foram considerados médios para todas as variáveis avaliadas, com valor entre 8,06% e 11,09, a exceção de IVE e E, que apresentaram valores elevados ($>20\%$). Contudo, no geral, o controle experimental foi satisfatório, e que se pode esperar boa precisão nas estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres avaliados.

A identificação de acessos superiores com base na divergência genética é a estratégia mais adequada para iniciar um programa de melhoramento sendo importante mencionar que é mais efetivo realizar cruzamentos entre acessos altamente divergente (RAHMAN et al., 2002). Caracteres precoces como os usados neste estudo podem servir de indicativos de diversidade genética. A contribuição relativa de cada caráter para a divergência genética é de grande importância para se identificar os caracteres de maior contribuição e também auxiliar no descarte daqueles de menor contribuição. Contudo, estudos usando, por exemplo, marcadores moleculares, poderiam ser usados para aprofundar o conhecimento da diversidade genética.

Quanto a coleta de sementes, a definição de zonas de coleta e uso de sementes pode ser realizada a partir de informações biofísicas (altitude, latitude, clima, solo etc.), que se consideram importantes causadoras de pressões de seleção e que provavelmente levam à diferenciação genética entre populações (YING; YANCHUK, 2006). Pela análise de correlação, parece não haver uma estabelecida tendência de padrão de tamanho de sementes, germinação e crescimento inicial de mudas em função da localização, clima e características do solo, e sim, em função da própria característica da matriz, como altura e diâmetro, o que pode indicar idade mais jovem da planta em que foi feita a coleta.

2.5 CONCLUSÃO

Constatou-se a existência de variabilidade genética entre as treze matrizes do estudo, assim como diferenças significativas para todos as características avaliadas, sendo favorável o uso das mudas em áreas de restauração florestal. Comprimento e largura de sementes apresentaram alto valor para herdabilidade (acima de 0,6), podendo ser utilizado como indicador de variabilidade genética da espécie.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. A. et al. Influência do tamanho da semente sobre a germinação de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-brasil). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18, n. 2, p. 283-285, 1996.
- ALVES, E. U. et al. Influência do Tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **Revista Árvore**, v. 29, n. 06, p. 877-855, 2005.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul**: guia de identificação e interesse ecológico. Porto Alegre: Instituto Souza Cruz, 2002. 326 p.
- BRANCALION, S. P. H.; ISERNHAGEN, I.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentada na sucessão florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, S. P. H.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. ERF/ESALQ: Instituto Bio Atlântica, São Paulo, 2009. 256 p.
- CARVALHO, A. S.; SILVA, M. V.; GOMES, F. S.; PAIVA, P. M.; MALAFAIA, C. B.; SILVA, T. D.; VAZ, A. F.; SILVA, A. G.; ARRUDA, I. R.; NAPOLEÃO, T. H.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M. D.; CORREIA, M. T. Purification, characterization and antibacterial potential of a lectin isolated from *Apuleia leiocarpa* seeds. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2015. v. 75. p. 402-408.
- FELIPPI, M. **Morfologia e silvicultura de espécies arbóreas da Floresta Estacional Decidual**. SANTA MARIA. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria. 2010.
- FELIPPI, M.; MAFFRA, C. R. B.; CANTARELLI, E. B.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fenologia, Morfologia e Análise de Sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F Macbr. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 477-491, 2012.
- FREITAS, L. B.; BEREL, F. **Genética e evolução vegetal**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande Sul, 2003.
- FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. 2^a ed. Ribeirão Preto: Funpec-RP. 2002. 631 p.
- JUCHUM, F. S.; et al. Evaluation of genetic diversity in a natural rosewood population (*Dalbergia nigra* Vell. Alemão ex Benth.) using RAPD markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 6, n. 3, p. 543-553, 2007.

KAGEYAMA, P. Y.; VENCOVSKY, R. Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **Instituto de Pesquisa Florestal**, v. 24, p. 9-26, 1983.

KAGEYAMA, P. Y.; LEPSCH-CUNHA, N. M. Singularidade da biodiversidade nos trópicos. In: GARAY, I.; DIAS, B. F. S. (Ed). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Petrópolis: Editora Vozes, 2001. p. 199-214.

LEDIG, G. T. Heterozygosity, heterosis, and fitness in outbreeding plants. In: SOULÉ, (Ed.). **Conservation biology**. Cambrigde Blackwell Science, Sinauer Associates, 1986. p. 77-104.

LEDO, A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; LEDO, F. J. S.; ARAÚJO, E. C. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-embebição na germinação de sementes de pupunha. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 33, n. 1, p. 29-32, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v. 1. 384 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas**: leguminosas. Santa Maria: Ed. UFSM, 1997. 200 p.

MATTOS, N. F.; GUARANHA, J. **Contribuição ao estudo da grápia (*Apuleia leiocarpa*)**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis “AP”, 1983. 25 p. (Boletim Técnico, 12).

MENEGATTI, R. D.; MANTOVANI, A.; NAVROSKI, M. C. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento inicial de progênies de bracatinga em Lages, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 235-243, 2016.

MITTON, J. B. Conifers. In: TANKSLEY, S. D.; ORTON, T. J. (Ed.). **Isozymes in plant breeding and genetics**, Amsterdam: Elsevier Sci. Publ., 1983. p. 443-472.

MORI, E. S. **Genética de populações arbóreas: orientações básicas para seleção e marcação de matrizes**. IF Sér. Reg. São Paulo, n. 5. p. 35-44, ago. 2003.

NICOLOSO, F. T.; GARLET, A.; ZANCHETTI, F.; SEBEM, E. Efeito de métodos de

escarificação na superação da dormência de sementes e de substratos na germinação e no desenvolvimento da gráquia (*Apuleia leiocarpa*). **Ciência Rural**, v. 27, n. 3, p. 419–424, 1997.

NICOLOSO, F. T.; ZANCHETTI, F.; GARLET, A.; FOGAÇA, M. A. F. Exigências nutricionais da gráquia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) em solo podzólico vermelho amarelo 1. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 225–231, 1999.

PEDRON, F. A.; MENEZES, J. P.; MENEZES, N. L. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e semente de butiazeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 585 – 586, 2004.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; **Guia prático para colheita e manejo de sementes florestais tropicais**. Rio de Janeiro: Idaco, 2002. 40 p.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; AGUIAR, I. B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B (Eds.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 215-274.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FREIRE, J. M.; SILVA, L. D. Parâmetros genéticos para colheita de sementes de espécies florestais. In: PIÑA- RODRIGUES, F. C. M. (Eds.) **Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais**. Seropédica: Riosba - Rede Mata Atlântica de Sementes Florestais. Seropédica: UFRRJ, 2007.

RAHMAN, M.; HUSSAIN, D.; ZAFAR, Y. Estimation of genetic divergence among elite cotton cultivars-genotypes by DNA Fingerprinting Technology. **Crop Science**, Madison, v. 42. p. 2137-2144, 2002.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SUDESUL, 1988. 525 p.

RESENDE, M. D. V. Software SELEGEN-REML/BLUP. **EMBRAPA**, Colombo, Novembro, 2002.

SAMPAIO, P. T. B.; VENTURINI, G. A. Variação genética entre e dentro de progêneres de quatro espécies de leguminosas: *Copaifera multijuque* Hayne; *Hymenaea courbaril* Linn.; *Apuleia leiocarpa* e *Hymenolobium* sp. Silvicultura, São Paulo, n. 42, v. 3, p. 633-635. 1990. Congresso Florestal Brasileiro, *Anais...*, Campos do Jordão, 1990.

SANTOS, F. S. et al. Biometria e qualidade fisiológica de sementes de diferentes matrizes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex A. DC.) StandI. **Revista Scientia Forestalis**, v. 37, n. 82, p. 163-173, 2009.

SEBBENN, A. M. et al. Parâmetros genéticos na conservação da Cabreúva - *Myroxylon peruiferum* L.F. Allemao. **Scientia Forestalis**, n. 53, p. 31- 38, 1998.

SILVA, L. N.; TRENTIN, D. S.; ZIMMER, K. R.; TRETER, J.; BRANDELLI, C. L.; FRASSON, A. P.; TASCA, T.; SILVA, A. G.; SILVA, M. V.; MACEDO, A. J. Anti-infective effects of Brazilian Caatinga plants against pathogenic bacterial biofilm formation. **Pharmaceutical Biology**, n. 53, v. 3, p. 464-468, 2014.

STEINER, F. **Diversidade genética e análise da paisagem de espécies arbóreas da Floresta Estacional Decidual**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. 152 p. 2014.

YING, C. C.; YANCHUK, A. D. The development of British Columbia's tree seed transfer guidelines: Purpose, concept, methodology, and implementation. **Forest Ecology and Management**, v. 227, n. 1, p. 1-13, 2006.

3 CAPÍTULO II: INTERAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COM *Apuleia leiocarpa*

RESUMO

O uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) pode favorecer o crescimento de mudas de espécies florestais, através da interação simbiótica. O objetivo deste trabalho foi testar o uso de FMA no desenvolvimento inicial de mudas de matrizes de *Apuleia leiocarpa* e avaliar possíveis interações. Utilizou-se sementes de sete matrizes da espécie e quatro formas de aplicação: sem FMA + 6 g L⁻¹ de Osmocote®; sem FMA + 3 g L⁻¹ de Osmocote®; uso do mix FMA + 3 g L⁻¹ de Osmocote®; uso do mix FMA + sem adição de adubação ao substrato. O mix foi composto pelas espécies: *Acaulospora colombiana*, *Claroideglomus etunicatum* e *Gigaspora margarita*, e inoculou-se 15 mL em cada tubete, abaixo da semente. Aos 110 dias avaliou-se sobrevivência, altura (H), diâmetro do coleto (DC) e índice de clorofila das mudas (IC), e aos 210 dias selecionou-se 5 plantas representativas de cada tratamento, onde avaliou-se H e DC mudas, massa fresca de raiz (MFR), comprimento de raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e taxa de colonização total por FMA. Houve interação entre os fatores para todas as variáveis avaliadas, exceto para colonização micorrízica. O uso do mix de FMA não favoreceu o crescimento das mudas de grácia. No tratamento com mix FMA sem adição de adubação ao substrato todos os resultados obtidos foram inferiores aos demais tratamentos. A taxa de colonização total por FMA foi considerada baixa, sendo o que maior valor foi para a matriz AL 32 no tratamento com mix FMA + 3 g L⁻¹ de Osmocote®. O uso de adubação de base se mostrou o fator mais limitante para o desenvolvimento inicial das mudas.

Palavras-chave: Grácia. Mudas florestais. Micorrizas.

INTERACTION OF ARBUSCULAR MICORRIZAL FUNGI WITH *Apuleia leiocarpa***ABSTRACT**

The use of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can favor the growth of seedlings of forest species through symbiotic interaction. The objective of this work was to test the use of AMF in the initial development of *Apuleia leiocarpa* matrix seedlings and to evaluate possible interactions. Seeds from seven species matrices and four application forms were used: without AMF + 6 g L-1 Osmocote®; without AMF + 3 g L-1 Osmocote®; use of Osmocote® mix AMF + 3 g L-1; AMF + mix without addition of fertilizer to the substrate. The mix was composed by the species: *Acaulospora colombiana*, *Claroideglomus etunicatum* e *Gigaspora margarita*, and 15 mL was inoculated in each tube below the seed. At 110 days, survival, height (H), stem diameter (DC) and chlorophyll index of seedlings (IC) were evaluated, and at 210 days, 5 representative plants of each treatment were evaluated, where H and DC were evaluated. seedlings, root fresh mass (MFR), root length (CR), shoot fresh mass (MFPA), shoot dry mass (MSPA) and total AMF colonization rate. There was interaction between the factors for all evaluated variables, except for mycorrhizal colonization. The use of AMF mix did not favor the growth of grácia seedlings. In the treatment with mix AMF without addition of fertilizer to the substrate all the obtained results were inferior to the other treatments. The total colonization rate by AMF was considered low, and the highest value was for the matrix AL 32 in the treatment with mix AMF + 3 g L-1 of Osmocote®. The use of basic fertilization proved to be the most limiting factor for the initial development of seedlings.

Keywords: Grapia. Forest seedlings. Mycorrhizae.

3.1 INTRODUÇÃO

Apuleia leiocarpa (Vogel) J. F. Macbride é uma espécie chave da Floresta Estacional Decidual (FED), conhecida como grácia. Atinge grandes dimensões (35 m de altura e 90 cm de diâmetro) e se destaca pelo potencial madeireiro, apícola, medicinal, paisagístico e florestal. Diante das múltiplas aplicações de sua madeira, a grácia deve ser considerada como uma das mais valiosas árvores da região sul do Brasil, merecendo uma atenção especial nos estudos sobre a viabilidade de seu reflorestamento em larga escala (CARVALHO, 2003).

A utilização de essências florestais nativas, seja para silvicultura ou para uso em áreas de restauração florestal ainda é limitada pelo pouco conhecimento sobre a coleta de sementes e produção de mudas das espécies. Sabe-se que a muda de grácia com quatro meses pode atingir 18 cm de altura e diâmetro do coletor em torno de 3 mm (FELIPPI et al., 2012), podendo alcançar 50 cm de altura ao final do primeiro ano. O desenvolvimento das mudas é considerado lento, com sistema radicular axial bastante pronunciado, porém com poucas raízes laterais, o que dificulta a pega nos transplantes (REITZ et al., 1988).

A superioridade genética do material utilizado, do ponto de vista do melhoramento, interfere na produção e crescimento das mudas, assim como os tratos culturais realizados. Uma alternativa para potencial melhoria na qualidade das mudas de essências nativas pode ser induzida com o uso de micorrizas, como os fungos micorrizos arbusculares (FMA) (ANDREAZZA et al., 2011).

Os FMA são organismos biotróficos obrigatórios, que se associam às raízes de plantas vasculares, formando a relação simbiótica mutualista denominada micorriza arbuscular (SCHÜBLER et al., 2001).

Nesta simbiose a planta supre o fungo com energia para seu crescimento e reprodução via compostos de carbono provenientes da fotossíntese, e o fungo fornece a planta e ao solo vários benefícios: plantas colonizadas com FMA têm sua zona de depleção de nutrientes ampliada e podem ter aumentos na absorção de nutrientes inorgânicos, como fósforo (QUEREJETA et al., 2007) e nitrogênio (LEHMANN; RILLIG, 2015). Além disso diferentes mecanismos podem ser mediados pelos FMA para aumentar a tolerância das plantas a estresses abióticos (como seca, salinidade, condições quentes e frias e diante da presença de metais pesados) e estes mecanismos podem variar conforme o tipo de estresse a que a planta está submetida (LATEF et al., 2016).

Considerando os diversos fatores (bióticos e abióticos) que interferem no processo de produção de mudas florestais, este trabalho teve como objetivo testar o uso de fungos

micorrízicos arbusculares no crescimento inicial de mudas de matrizes de grápia e avaliar o processo de colonização.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de coleta de sementes

As matrizes de grápia são oriundas do Projeto de Resgate e Formação de Banco de Germoplasma da Linha de Transmissão (LT) 525 kV Salto Santiago – Itá – Nova Santa Rita. Dentre as 40 matrizes marcadas previamente pelo projeto, sete foram utilizadas neste estudo, devido à disponibilidade de sementes (ANEXO A e B).

Coleta de frutos e beneficiamento

A coleta e o beneficiamento dos frutos foram realizados conforme metodologia descrita no capítulo anterior (Capítulo I).

Mix de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA)

O mix de FMA foi composto por isolados das espécies: *Acaulospora colombiana*, *Claroideglomus etunicatum* e *Gigaspora margarita*. Utilizou-se um quilograma de cada espécie para compor o mix, que foi homogeneizado manualmente. Realizou-se a inoculação de 15 ml do composto em cada tubete, para atingir aproximadamente mil esporos.

Quebra de dormência e delineamento experimental

As sementes de grápia utilizadas no experimento foram deixadas por 10 minutos em solução de hipoclorito de sódio (5%), em seguida lavadas três vezes com água destilada e secas com papel toalha, procedimento realizado para eliminar possíveis fungos que pudessem interferir no resultado.

As sementes de grápia foram submetidas à escarificação mecânica, de forma manual, com lixa nº 120, para a superação de dormência tegumentar. Após este processo, as sementes foram lavadas em água destilada e secas em papel toalha.

Para uniformizar e favorecer o processo de embebição em água, optou-se por colocar as sementes em caixas Gerbox, em germinador, antes da semeadura no viveiro. As sementes foram depositadas na caixa Gerbox sob papel Germitest®, espaçadas, e então cobertas com outra lâmina de papel Germitest®, ambos umedecidos com água destilada. As caixas, com 50

sementes cada, foram depositadas em germinador BOD (*Biochemical Oxigen Demand*) por 24 horas, regulado a 25°C e fotoperíodo de 12 h. Durante esse período, verificou-se a umidade do papel Germitest® a cada 8 h, para evitar o ressecamento.

Após 24 horas em BOD, as caixas com as sementes foram levadas para o Viveiro Florestal - CAV. A semeadura foi realizada em tubetes de polietileno de 280 cm³, utilizando-se substrato comercial a base de casca de pinus compostada, vermiculita e adubação de base. Colocou-se três sementes por tubete (nos tratamentos com mix de FMA, as sementes foram depositadas em cima da mistura), cobertas com 15 ml de vermiculita expandida de granulometria média. Todos as sementes receberam cobertura igual, para não influenciar no processo de emergência e avaliação. Aos 15 dias após a emergência das plântulas, realizou-se a raleio das mudas, deixando somente uma plântula em cada tubete.

As grades com os tubetes permaneceram em casa de vegetação, com irrigação manual por regadores uma vez ao dia, mantendo uma distância de dois metros entre as grades com FMA e as grades sem FMA, a fim de evitar contaminação cruzada.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado em esquema bifatorial 7 x 4, sendo 7 matrizes de grácia e 4 formas de aplicação de FMA e adubação. Cada tratamento contou com três repetições, de sete plantas cada repetição.

Os quatro tratamentos com uso de FMA e adubação foram:

1. -FMA OSM6 – Sem o mix FMA e utilização da dose recomendada de adubação de 6 g L⁻¹ de Osmocote® (15-09-12, 3M);
2. -FMA OSM3 – Sem o mix FMA e utilização de metade da dose recomendada de adubação, usando 3 g L⁻¹ de Osmocote® (15-09-12, 3M);
3. +FMA OSM3 – Uso do mix FMA (15 ml abaixo da semente) e utilização de metade da dose recomendada de adubação, usando 3 g L⁻¹ de Osmocote® (15-09-12, 3M);
4. +FMA -OSM – Uso do mix FMA (15 ml abaixo da semente) e sem adição de adubação ao substrato.

Parâmetros avaliados

Aos 110 dias realizou-se a avaliação taxa de sobrevivência (*SB*), altura (*H*), diâmetro do coleto (*DC*) e índice de clorofila (*IC*). Para altura utilizou-se uma régua graduada de 60 cm, o diâmetro do coleto foi mensurado com paquímetro digital (0,01 mm) e a clorofila com *clorofillog* Falker CFL1030.

Aos 210 dias após a semeadura selecionou-se 5 mudas representativas de cada repetição, por tratamento, para proceder a avaliação destrutiva. Foi realizada nova medição de altura e diâmetro do coletor destas plantas, e então separadas em parte área e raiz (rente ao substrato). Determinou-se a massa fresca da parte área e de raiz (g) e a massa seca da parte aérea (g), após secagem em estufa a 65°C, até obtenção de peso constante.

As raízes foram lavadas em água corrente e armazenadas em recipientes com álcool 50 % em geladeira. Para determinação do comprimento total das raízes utilizou-se o sistema de análise de imagens WinRHIZO®.

A colonização micorrízica nas raízes foi determinada utilizando-se o método de coloração proposto por Koske e Gemma (1989), com adaptações para a cultura florestal. As raízes foram imersas em uma solução de hidróxido de potássio 10% (KOH) e levadas ao banho-maria (90°C) por 40 minutos, trocando a solução dos frascos na metade do tempo, para que ocorresse a limpeza das mesmas. Logo após permanecerem em repouso por 24 horas as raízes foram lavadas em água corrente para remover o excesso de KOH.

Em seguida, as raízes passaram pelo processo de clareamento em solução alcalina, composta por hidróxido de amônio 20% (NH₄OH) e peróxido de hidrogênio 3% (H₂O₂), durante 30 minutos. Após a remoção da solução alcalina as raízes foram lavadas em água corrente e então imersas em solução de ácido clorídrico 2% (HCl) por 1 hora e meia, para acidificação.

Ao fim do processo, o HCl foi removido das raízes e estas foram colocadas em uma solução de glicerol acidificado (500 ml Glicerina, 450 ml água destilada, 50 ml HCl 1%) contendo 0,05% de azul de tripan (0,5 g em 1 L de solução) para coloração das estruturas fúngicas. As raízes foram deixadas em banho-maria (90°C) por 50 minutos.

O percentual de colonização total, presença de arbúsculos (%) e colonização por vesículas e hifas foi determinado em segmentos de 1 cm de raiz dispostos em lâminas contendo 10 segmentos. As estruturas foram observadas em microscópio determinando sua presença/ausência em 200 pontos. A porcentagem de colonização, considerando os valores de fragmentos colonizados em relação aos não colonizados, foram calculados em arco seno $(x/100)^{1/2}$.

Análise estatística

Após análise dos dados das variáveis observadas, confirmada a normalidade através do teste de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,05$) e a homogeneidade através do teste de Bartlett ($p > 0,05$), os dados foram submetidos à análise de variância ANOVA utilizando o software

Sisvar, e quando significativos realizou-se o teste de médias de Scott-Knott ($p < 0,05$), com desdobramento da interação entre os dois fatores.

3.3 RESULTADOS

Avaliação aos 110 dias

Observou-se que houve interação ($p < 0,05$) entre os fatores matriz e tratamento com fungos micorrízicos + fertilizante, para todas as variáveis avaliadas (Tabela 6). A taxa de sobrevivência das mudas não apresentou variação entre 5 matrizes. Essa diferença foi observada nas matrizes AL 29 e AL 33, onde as mudas dos tratamentos com utilização de FMA a taxa de sobrevivência foi significativamente maior. Considerando os tratamentos micorrízicos e adubação, o tratamento -FMA OSM6 e +FMA -OSM apresentaram diferença entre as matrizes. Para ambos os tratamentos, as matrizes AL8 e AL33 apresentaram maior sobrevivência. A maior diferença entre os tratamentos foi para a matriz AL29, que apresentou baixa sobrevivência sem o uso de FMA. Considerando todos os tratamentos a taxa de sobrevivência variou de 29% a 81%.

O tratamento com utilização de FMA e sem adubação apresentaram resultados inferiores aos demais (+FMA -OSM) para altura das mudas, variando 5,9 a 8,4 cm entre as matrizes (sem diferença entre matrizes). Para todas as matrizes, os tratamentos com a presença da adubação apresentaram maiores média em relação ao tratamento +FMA -OSM. Contudo, a exceção da matriz AL9, para todas as demais, o tratamento +FMA OSM3 apresentou médias superiores ou iguais ao tratamento com adubação completa (-FMA OSM6). Os demais valores de altura das mudas não apresentaram diferença significativa nos três tratamentos com adubação (-FMA OSM6, -FMA OSM3 e +FMA OSM3), exceto para a matriz AL 32, em que o tratamento com adubação padrão e sem FMA (-FMA OSM6) resultou em um crescimento inferior das mudas, com média de 14,1 cm de altura, e para a matriz AL 29 que no tratamento +FMA OSM3 a média foi de 12,6 cm de altura. A maior média observada para essa variável foi de 23,4 cm para a matriz AL 33, com utilização do FMA e metade da dose de adubação (+FMA OSM3).

Tabela 6. Taxa de sobrevivência (*SB*), altura (*H*), diâmetro do coleto (*DC*) e índice de clorofila (*IC*) para as mudas de *Apuleia leiocarpa*, avaliadas aos 110 dias após a semeadura.

| Tratamento | Matriz | | | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | AL 8 | AL 9 | AL 29 | AL 30 | AL 32 | AL 33 | AL 36 |
| SB (%) | | | | | | | |
| -FMA OSM6 | 70 aA | 29 aB | 29 bB | 33 aB | 43 aB | 67 aA | 57 aA |
| -FMA OSM3 | 52 aA | 52 aA | 48 bA | 52 aA | 57 aA | 33 bA | 76 aA |
| +FMA OSM3 | 62 aA | 43 aA | 57 aA | 48 aA | 71 aA | 67 aA | 52 aA |
| +FMA -OSM | 62 aA | 33 aB | 76 aA | 33 aB | 57 aA | 81 aA | 43 aB |
| H (cm) | | | | | | | |
| -FMA OSM6 | 19,4 aA | 19,4 aA | 16,3 aB | 18,4 aA | 14,1 bB | 21,5 aA | 20,9 aA |
| -FMA OSM3 | 21,3 aA | 18,8 aB | 14,3 aB | 17,1 aA | 18,8 aA | 20,4 aA | 18,8 aA |
| +FMA OSM3 | 20,1 aB | 12,6 bC | 15,7 aC | 17,6 aB | 18,6 aB | 23,4 aA | 18,7 aB |
| +FMA -OSM | 6,7 bA | 5,9 cA | 7,5 bA | 6,5 bA | 6,5 cA | 8,4 bA | 7,6 bA |
| DC (mm) | | | | | | | |
| -FMA OSM6 | 2,09 aA | 2,23 aA | 1,79 aA | 2,10 aA | 1,82 aA | 3,44 aA | 2,47 aA |
| -FMA OSM3 | 2,24 aA | 2,05 aA | 1,85 aA | 1,92 aA | 2,24 aA | 2,35 bA | 2,20 aA |
| +FMA OSM3 | 2,25 aA | 1,57 aA | 1,89 aA | 2,20 aA | 2,08 aA | 2,41 bA | 2,39 aA |
| +FMA -OSM | 1,20 bA | 1,23 aA | 1,36 aA | 1,19 aA | 1,34 aA | 1,47 cA | 1,33 bA |
| IC | | | | | | | |
| -FMA OSM6 | 50,7 aA | 56,4 aA | 45,0 aB | 53,9 aA | 49,8 bA | 57,4 aA | 54,7 aA |
| -FMA OSM3 | 52,3 aA | 48,3 bA | 45,9 aB | 54,1 aA | 58,2 aA | 56,5 aA | 53,1 aA |
| +FMA OSM3 | 50,5 aA | 41,1 bB | 47,3 aB | 49,7 aA | 46,2 bB | 56,5 aA | 53,0 aA |
| +FMA -OSM | 20,7 bA | 20,3 cA | 20,7 bA | 22,5 bA | 23,1 cA | 23,5 bA | 25,4 bA |

* Dados seguidos de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott ($p<0,05$).

Em que: -FMA OSM6 – sem FMA e com uso de 6 g L⁻¹ de Omocote®; -FMA OSM3 – sem FMA e com uso de 3 g L⁻¹ de Omocote®; +FMA OSM3 – com mix de FMA e com uso de 3 g L⁻¹ de Omocote®; +FMA -OSM – com mix FMA e sem uso de adubação.

O diâmetro do coleto (*DC*) não apresentou grande variação nas mudas de gráquia avaliadas. Para a maioria das matrizes o resultado não foi significativo entre os tratamentos. Assim como para altura, os menores diâmetros foram observados no tratamento sem adubação (+FMA -OSM). A maior média observada foi 3,44 mm de DC para a matriz AL 33, sem utilização de fungo e com adubação usual (-FMA OSM6).

O índice de clorofila medido nas mudas de gráquia apresentou diferença significativa para todas as matrizes, dentro dos tratamentos. Para o tratamento com fungo e sem adubação (+FMA -OSM) as mudas apresentaram baixos índices de clorofila, diferença observada

visualmente ao comparar os tratamentos. Entre as matrizes, para todos os tratamentos (exceção +FMA -OSM) a matriz AL29 apresentou as menores médias.

Avaliação aos 210 dias

Houve interação significativa para todas as variáveis avaliadas (Tabela 7). Observa-se que para todas as variáveis o tratamento em que houve a inoculação de fungo sem adição de adubação de base, o desempenho das mudas foi inferior, diferindo dos demais tratamentos, assim como já constatado na avaliação realizada aos 110 dias.

Para altura das mudas a maior média observada foi de 42,2 cm para a matriz AL 36, no tratamento -FMA OSM6, seguida pela matriz AL 08 com média de 38,7 cm de altura, no mesmo tratamento, dobrando de tamanho em comparação a primeira avaliação realizada (100 dias depois). Para todas as matrizes o tratamento +FMA -OSM apresentou as menores médias. O tratamento +FMA OSM3 apresentou também para várias matrizes, médias inferiores ao tratamento -FMA OSM6. Entre as matrizes, AL8, AL33 e AL36 apresentaram, no geral, as maiores médias em todos os tratamentos.

Para o diâmetro do coleto, maiores valores de DC coincidiram com os tratamentos que já tinham superioridade em altura. Cabe destacar, as médias baixas para o tratamento +FMA -OSM, sendo no geral, entre 50 e 75% menores que o tratamento de maiores médias (-FMA OSM6). Entre as matrizes, AL36 apresentou melhor desempenho.

A avaliação de comprimento de raiz total resultou em grande variação entre as matrizes e os tratamentos aplicados. Destaca-se a matriz AL 32 e AL 36, por apresentar maior comprimento de raiz no tratamento +FMA OSM3, com 1530,2 e 1274,3 cm respectivamente, sendo estatisticamente diferentes e maiores do que os valores encontrados para os tratamentos sem FMA. O comprimento médio de raiz para o uso de +FMA -OSM foi inferior aos demais tratamentos, a matriz AL 33 apresentou resultado ligeiramente superior às demais, com 257,7 cm. Fato que se repetiu para massa fresca de raiz (MFR) e massa fresca da parte aérea (MFPA).

Tabela 7. Altura (H), diâmetro do coleto (DC), comprimento de raiz (CR), massa fresca de raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) para mudas de *Apuleia leiocarpa* avaliadas aos 210 dias após a semeadura.

| Tratamento | Matriz | | | | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | AL 8 | AL 9 | AL 29 | AL 30 | AL 32 | AL 33 | AL36 |
| H (cm) | | | | | | | |
| -FMA OSM6 | 38,7 aA | 36,7 aA | 33,6 aB | 32,6 aB | 27,8 bB | 36,3 aA | 42,2 aA |
| -FMA OSM3 | 31,9 bA | 35,7 aA | 22,6 bB | 34,8 aA | 35,9 aA | 34,6 aA | 34,6 bA |
| +FMA OSM3 | 31,6 bA | 26,8 bB | 26,3 bB | 23,2 bB | 33,9 aA | 36,9 aA | 30,8 bA |
| +FMA -OSM | 7,7 cA | 6,5 cA | 9,3 cA | 8,1 cA | 7,5 cA | 10,2 bA | 8,5 cA |
| DC (mm) | | | | | | | |
| -FMA OSM6 | 5,30 aA | 4,53 aA | 4,17 aB | 4,41 aB | 3,75 bB | 4,63 aA | 5,15 aA |
| -FMA OSM3 | 4,19 bB | 4,27 aB | 3,57 aB | 4,86 aA | 4,81 aA | 4,19 aB | 4,78 aA |
| +FMA OSM3 | 4,21 bB | 3,82 aB | 3,81 aB | 3,52 bB | 5,03 aA | 4,90 aA | 4,74 aA |
| +FMA -OSM | 1,40 cA | 1,38 bA | 1,86 bA | 1,39 cA | 1,66 cA | 1,74 bA | 1,30 bA |
| CR (cm) | | | | | | | |
| -FMA OSM6 | 1336,7 aA | 1363,1 aA | 1071,6 aB | 1041,2 aB | 967,3 bB | 1539,1 aA | 1034,4 bA |
| -FMA OSM3 | 1080,1 bA | 1140,1 aA | 580,9 bB | 1037,3 aA | 995,3 bA | 1017,8 bA | 893,5 bA |
| +FMA OSM3 | 883,1 bB | 1152,7 aA | 895,8 aB | 890,6 aB | 1530,2 aA | 1375,3 aA | 1274,3 aA |
| +FMA -OSM | 159,8 cA | 173,4 bA | 116,6 cA | 117,8 bA | 170,5 cA | 257,7 cA | 170,2 cA |
| MFR (g) | | | | | | | |
| -FMA OSM6 | 6,54 aA | 3,55 aB | 4,94 aA | 3,23 aB | 3,48 cB | 5,02 bA | 4,68 aA |
| -FMA OSM3 | 5,13 bA | 3,27 aB | 2,75 bB | 3,85 aB | 5,15 bA | 4,14 bB | 4,76 aA |
| +FMA OSM3 | 4,82 bB | 3,80 aB | 3,84 bB | 3,65 aB | 6,55 aA | 6,04 aA | 4,70 aB |
| +FMA -OSM | 0,35 cA | 0,29 bA | 0,24 cA | 0,21 bA | 0,36 dA | 0,48 cA | 0,34 bA |
| MFPA (g) | | | | | | | |
| -FMA OSM6 | 6,77 aA | 5,37 aA | 3,69 aB | 4,67 aB | 2,69 bB | 6,52 aA | 6,78 aA |
| -FMA OSM3 | 3,90 bB | 4,84 aA | 2,50 aB | 5,61 aA | 5,12 aA | 5,03 bA | 5,82 bA |
| +FMA OSM3 | 3,90 bB | 3,94 aB | 2,78 aB | 2,47 bB | 6,70 aA | 6,92 aA | 5,92 bA |
| +FMA -OSM | 0,23 cA | 0,20 bA | 0,35 bA | 0,24 cA | 0,24 cA | 0,36 cA | 0,30 cA |
| MSPA (g) | | | | | | | |
| -FMA OSM6 | 2,80 aA | 2,01 aB | 1,49 aB | 1,69 aB | 1,11 bB | 2,66 aA | 2,86 aA |
| -FMA OSM3 | 1,63 bB | 1,79 aB | 1,00 aC | 2,20 aA | 2,29 aA | 2,13 aA | 2,42 aA |
| +FMA OSM3 | 1,60 bB | 1,48 aB | 1,09 aB | 0,94 bB | 2,59 aA | 2,62 aA | 2,34 aA |
| +FMA -OSM | 0,06 cA | 0,11 bA | 0,08 bA | 0,06 cA | 0,14 cA | 0,11 bA | 0,15 bA |

** Dados seguidos de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott ($p<0,05$).

Em que: -FMA OSM6– sem FMA e com uso de 6 g L⁻¹ de Omocote®; -FMA OSM3– sem FMA e com uso de 3 g L⁻¹ de Omocote®; +FMA OSM3– com mix de FMA e com uso de 3 g L⁻¹ de Omocote®; +FMA -OSM – com mix FMA e sem uso de adubação.

A matriz AL 8 se destacou na MFR com 6,54 g, na MFPA com 6,77 g e na massa seca da parte aérea (MSPA) com 2,80 gramas, relacionando ao seu desempenho no crescimento em altura e DC. Assim como a matriz AL 36, com 6,78 MFPA e 2,86 MSPA. A MFR (6,55 g) das mudas da matriz AL 32 com uso de +FMA OSM3 foi a maior média de todos os tratamentos, para essa variável. Também apresentou resultados superiores para a MFPA (6,70 g) e para a MSPA (2,59 g). O maior crescimento em massa de parte aérea foi de mudas da matriz AL 33, no tratamento +FMA OSM3, com 6,92 g para MFPA e 2,62 g para MSPA.

Colonização micorrízica

Para a colonização micorrízica não houve interação entre os tratamentos e as matrizes. Houve efeito significativo somente para o efeito dos tratamentos de FMA e adubação. Como esperado, as maiores taxas de colonização foram para os tratamentos em que houve a inoculação de FMA (+FMA OSM3 e +FMA -OSM), sem diferenciação entre ambos (Tabela 8).

A maior taxa de colonização total por FMA foi para mudas da matriz AL 32 no tratamento +FMA OSM3, com 32% de colonização (hifas, vesículas, esporos e arbúsculos), seguida pela mesma matriz no uso de +FMA -OSM com 27%. Para as matrizes AL 9 e AL 30 não houve diferença significativa na taxa de colonização entre os tratamentos utilizados. As menores taxa encontradas foram de 6% para AL 36 e 7% para AL 8, ambas nos tratamentos -FMA OSM6.

Tabela 8. Taxa total de colonização de fungos micorrízicos arbusculares nos tratamentos aplicados em mudas de diferentes matrizes de *Apuleia leiocarpa*.

| Tratamento | Matriz | | | | | | | Médias |
|------------|--------|------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| | AL 8 | AL 9 | AL 29 | AL 30 | AL 32 | AL 33 | AL36 | |
| -FMA OSM6 | 7 | 13 | 14 | 11 | 12 | 11 | 6 | 10,6 b |
| -FMA OSM3 | 14 | 13 | 15 | 10 | 9 | 12 | 15 | 12,6 b |
| +FMA OSM3 | 22 | 19 | 25 | 17 | 32 | 20 | 20 | 22,1 a |
| +FMA -OSM | 23 | 20 | 18 | 19 | 27 | 22 | 19 | 21,1 a |
| Médias | 16,5 | 16,3 | 18,0 | 14,3 | 20,0 | 16,3 | 15,0 | |

** Dados seguidos de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott ($p<0,05$).

Em que: -FMA OSM6 – sem FMA e com uso de 6 g L⁻¹ de Omocote®; -FMA OSM3 – sem FMA e com uso de 3 g L⁻¹ de Omocote®; +FMA OSM3 – com mix de FMA e com uso de 3 g L⁻¹ de Omocote®; +FMA -OSM – com mix FMA e sem uso de adubação.

3.4 DISCUSSÃO

Ao observar os resultados obtidos, verifica-se que o fator mais limitante para o crescimento das mudas de grácia foi a ausência de adubação complementar ao substrato, no tratamento utilizado para verificar o efeito isolado do FMA. Os FMA promovem maiores benefícios as plantas, quando a disponibilidade de P é baixa, com o aumento na disponibilidade deste nutriente, chega ao ponto de o fungo ser desnecessário à planta (SIQUEIRA; SAGGIN JÚNIOR 2001).

Em outros experimentos que consideraram a interação de fungos micorrízicos com *Apuleia leiocarpa*, diferentes doses de P foram testadas, para estabelecer em quais taxas do nutriente no solo, a simbiose seria favorecida ou limitada (OLIVEIRA JR et al., 2017; ANDREAZZA et al., 2011). No presente trabalho, utilizou-se fertilizante de liberação controlada (FLC), na formulação 15-09-12 (NPK), considerando a dose usual para a espécie (6 g L⁻¹), e reduzindo a dose pela metade, a fim de testar o uso de FMA e diminuir o uso do FLC.

Nos tratamentos -FMA OSM3 e +FMA OSM3, em que a dose de FLC foi reduzida a metade, não se observou diferença significativa no crescimento das mudas de matrizes de grácia (altura e diâmetro do coleto), verificando que uso do mix de FMA não favoreceu o crescimento das mesmas. Pode-se considerar que o principal efeito dos fungos para a nutrição das plantas é a melhoria na absorção de nutrientes de baixa mobilidade, especialmente P, Cu e Zn (HABTE, 2000), que pode não ter ocorrido neste experimento, supondo que os nutrientes estavam próximos das raízes das mudas, e sendo necessário a avaliação da interação dos FMA com mudas no plantio em campo.

Considerando a interação com as mudas de diferentes matrizes de grácia, observou-se que a taxa de colonização total não apresentou variação entre as matrizes. Contudo a variação no desenvolvimento inicial das mudas (H, DC, MFR, CR, MFPA, MSPA) sugere variabilidade genética entre as progêniess das sete matrizes do estudo.

A baixa taxa de colonização total encontrada nos tratamentos +FMA OSM3 e +FMA -OSM pode ser explicada pela arquitetura das raízes das mudas de grácia, que possuem poucas raízes finas e laterais no desenvolvimento inicial (REITZ et al., 1988), local aonde ocorre a colonização por FMA e a simbiose.

A matriz AL 32, que apresentou maior taxa de colonização total (32%) no tratamento +FMA OSM3, se destacou também no comprimento de raiz (CR), supondo assim, que o CR pode ter favorecido a colonização, pela presença de maior quantidade de raízes finas.

A maior taxa de sobrevivência registrada foi da matriz AL 33, com média de 81% no tratamento +FMA OSM3, apresentando nesse mesmo tratamento a taxa de 22% de colonização por FMA.

As menores taxas de colonização foram observadas em mudas nas matrizes AL 8 e AL 36, que se destacaram pelo maior crescimento em altura e diâmetro no tratamento onde não houve a inoculação de fungo e utilizou-se a adubação convencional. Concluindo assim, que o crescimento das mudas foi em decorrência da adubação de base fornecida.

Em estudo realizado com a inoculação de isolados do fungo *Gigaspora margarita* em grácia, as mudas também não apresentaram resposta de crescimento em relação à inoculação desta espécie de FMA, resultando em massa seca de raiz e massa seca da parte aérea equivalentes aos encontrados nos tratamentos sem inoculação (OLIVEIRA JR et al., 2017).

Como para outras espécies de plantas, florestais ou não, à resposta a inoculação depende das espécies de FMA que são inoculadas, com particularidades de cada espécie (SAGGIN-JÚNIOR et al., 1994; SIQUEIRA; SAGGIN-JÚNIOR, 2001; JANSA et al., 2007). Para tanto, testes em ambiente controlado são importantes para descobrir essa interação entre as espécies, e também a resposta que podem causar no crescimento das mudas.

Pouýu Rojas (2002), ao trabalhar com 16 espécies florestais de distintos grupos sucessionais com inoculação de diferentes FMA, constatou alta capacidade de *Glomus clarum* em beneficiar mudas de cedro. O mesmo autor verificou que esse fungo foi capaz de promover o crescimento da maioria das espécies arbóreas em que foi inoculado. *G. clarum* também foi o mais eficiente em promover o crescimento de *Mimosa artemisiana* (SIBINEL, 2003), que tem grande potencial para revegetação de áreas degradadas na Mata Atlântica, e mostrou benefício em mudas de laranja, tangerina (MELLONI; CARDOSO, 1999) e seringueira (LOPES; CARDOSO, 2001). Sendo assim, um potencial FMA a ser testado em mudas de grácia, em experimentos futuros.

Outra técnica que pode ser utilizada, é a investigação da presença de fungos micorrízicos arbusculares nas plantas matrizes, devido ao tipo de raiz apresentado pela espécie, como sugerido por Carvalho (2003).

3.5 CONCLUSÃO

O uso do mix de fungos micorrízicos arbusculares não favoreceu o crescimento de mudas das matrizes de gráquia durante o período avaliado e a taxa de colonização das raízes foi baixa.

Outras espécies de fungos podem ser utilizadas para testar a interação com a espécie, principalmente isolados de fungos do local de origem das matrizes.

REFERÊNCIAS

- ANDREAZZA, R.; ANTONIOLLI, Z. I.; LEAL, L. T.; MORO JR.; C., SILVA, R. F. Ectomicorras em grápia [*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbride] e Canafistula [*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert] *in vitro*. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 727–734, 2011
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA/CNPR, Brasília: EMBRAPASPI, v.1. 2003. 1039 p.
- FELIPPI, M.; MAFFRA, C. R. B.; CANTARELLI, E. B.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. Fenologia, Morfologia e Análise de Sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F Macbr. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 477–491, 2012.
- HABTE M. Mycorrhizal fungi and plant nutrition. In: Silva JA, Uchida R, editors. **Plant nutrient management in Hawaii's soils, approaches for tropical and subtropical agriculture**. Hawaii: University of Hawaii at Manoa; 2000. p. 127-31
- JANSA J, SMITH FA, SMITH SE. Are there benefits of simultaneous root colonization by different arbuscular mycorrhizal fungi. **New Phytol**. 2007; 177:779-89. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02294.x>
- KOSKE, R.E.; GEMMA, J.N. A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, 92:486-505, 1989.
- LATEF, A.A.H.A.; HASHEM, A.; RASOOL, S.; ABD_ALLAH, E.F.; ALQARAWI, A.A.; EGAMBERDIEVA, D.; JAN, S.; ANJUM, N.A.; AHMAD, P. Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis and Abiotic Stress in Plants: A Review. **Journal of Plant Biology**, v.59, p. 407-426, 2016.
- LEHMANN, A.; RILLIG, M.C. Arbuscular mycorrhizal contribution to copper, manganese and iron nutrient concentrations in crops - a meta-analysis. **Soil Biology & Biochemistry**, 81:147-158, 2015
- LOPES, O.M.N.; CARDOSO, E.J.B.N. Efeito do fósforo e da micorriza sobre o crescimento e a absorção de nutrientes por mudas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, p. 41-53, 2001.

MELLONI, R.; CARDOSO, E.J.B.N. Quantidade de micélio extraradicular de fungos micorrízicos arbusculares em plantas cítricas II. Comparação entre diferentes espécies cítricas e endófitos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 59-67, 1999.

OLIVEIRA JR, J. Q. et al. Dependency and Response of *Apuleia leiocarpa* to Inoculation with Different Species of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. March, p. 1–13, 2017.

POUYÚ-ROJAS, E. **Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com mudas de espécies arbóreas tropicais**. 2002. 90 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

QUEREJETA, J.I.; EGERTON-WARBURTON, L.M.; ALLEN, M.F. Hydraulic lift may buffer rhizosphere hyphae against the negative effects of severe soil drying in a California Oak savanna. **Soil Biology & Biochemistry**, 39:409-417, 2007.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SUDESUL, 1988. 525 p.

SAGGIN JÚNIOR, O.J.; SIQUEIRA, J.O.; GUIMARÃES, P.T.G.; OLIVEIRA, E. Interação fungos micorrízicos versus superfosfato e seus efeitos no crescimento e teores de nutrientes do cafeeiro em solo não fumigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.27-36, 1994.

SCHÜSSLER, A. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. **Mycology Resource**, 105:1413– 1421, 2001.

SIBINEL, A.H. de M. **Resposta da leguminosa *Mimosa artemisiana* à inoculação com diferentes fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas degradadas**. 2003. 60p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SIQUEIRA, J.O.; SAGGIN JÚNIOR, O.J. Dependency on arbuscular mycorrhizal fungi and responsiveness of some Brazilian native woody species. **Mycorrhiza**, v.11, p.245-255, 2001.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Com a execução dos experimentos e com os resultados foi possível verificar que existe variabilidade genética entre as matrizes utilizadas neste estudo;
- Considera-se que é possível estimar a variabilidade entre as matrizes utilizando dados de tamanho de sementes, devido a essa variável ter apresentado alta herdabilidade (acima de 0,6), demonstrando efeito genético;
- O crescimento inicial das mudas de grápia em Lages ficou abaixo do esperado para as mudas da espécie, provavelmente devido à época de semeadura;
- O uso do mix de FMA não promoveu maior crescimento das mudas da espécie, sendo que o uso de adubação de base foi o fator mais limitante;
- A análise de colonização por estrutura (hifas, vesículas, esporos e arbúsculos) deve ser realizada para auxiliar no entendimento da relação dos FMA com as matrizes de grápia, assim como a análise de N e P da parte aérea e análise de correlação dos dados.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Quadro com esquema da composição das sub amostras de solo para a caracterização química, relacionando a coleta com as matrizes.

| Matriz | Coleta | Sub amostras | Método |
|--------|------------|--------------|--------------------|
| AL 07 | Coleta 1 | 3 | Ao redor da planta |
| AL 08 | Coleta 2 | 3 | Ao redor da planta |
| AL 09 | Coleta 3 | 3 | Ao redor da planta |
| AL 14 | Coleta 4 | 3 | Ao redor da planta |
| AL 29 | Coleta 5 | 7 | Na área |
| AL 30 | | | |
| AL 31 | | | |
| AL 32 | | | |
| AL 33 | Coleta 6 | 7 | Na área |
| AL 34 | | | |
| AL 36 | | | |
| AL 37 | Sem coleta | - | - |
| AL 38 | Coleta 7 | 3 | Ao redor da planta |

APÊNDICE B. Resultado da análise de solo, para a caracterização química do solo das áreas das matrizes (continua).



Data impressão: 15/04/2019 11:11

Nome: QUELI CRISTINA LOVATEL
Solicitante: QUELI CRISTINA LOVATEL
Endereço: LUIZ DE CAMÕES , - - -
Complemento: AP 32
Município: Lages

| Registro | Cx. | Cel. | Identificação da amostra | Área (ha) | Georef. | Compl. | Entrada | Emissão |
|----------|----------|------|--------------------------|-----------|---------|--------|------------|------------|
| 37857 | 102 4 | 21 | COLETA 1 | - | - | - | 28/03/2019 | 15/04/2019 |
| 37858 | 102 4 | 22 | COLETA 2 | - | - | - | 28/03/2019 | 15/04/2019 |
| 37859 | 102 4 | 23 | COLETA 3 | - | - | - | 28/03/2019 | 15/04/2019 |
| 37860 | 102 4 | 24 | COLETA 4 | - | - | - | 28/03/2019 | 15/04/2019 |
| 37861 | 102 4 | 25 | COLETA 5 | - | - | - | 28/03/2019 | 15/04/2019 |
| 37862 | 102 4 | 26 | COLETA 6 | - | - | - | 28/03/2019 | 15/04/2019 |
| 37863 | 102 4 | 27 | COLETA 7 | - | - | - | 28/03/2019 | 15/04/2019 |

| Registro | pH-H2O (1:1) | Índice SMP | Ca | Mg | Al | H+Al | CTC efetiva | Saturação(%) | |
|----------|-----------------|---------------|-------|------|------|------|----------------|--------------|-------|
| | | | | | | | | Alumínio | Bases |
| 37857 | 6.1 | 6.3 | 12.80 | 2.94 | 0.00 | 3.10 | 16.24 | 0.00 | 83.98 |
| 37858 | 4.7 | 5.9 | 2.56 | 0.34 | 0.70 | 4.90 | 3.86 | 18.13 | 39.25 |
| 37859 | 5.9 | 6.1 | 19.09 | 3.61 | 0.37 | 3.90 | 23.51 | 1.57 | 85.59 |
| 37860 | 5.9 | 6.1 | 13.58 | 4.26 | 0.42 | 3.90 | 18.66 | 2.25 | 82.37 |
| 37861 | 4.1 | 5.3 | 1.36 | 0.12 | 1.69 | 9.70 | 3.38 | 50.00 | 14.81 |
| 37862 | 4.3 | 6.0 | 1.33 | 0.22 | 0.97 | 4.40 | 2.72 | 35.56 | 28.49 |
| 37863 | 5.4 | 5.8 | 10.63 | 1.35 | 0.15 | 5.50 | 12.47 | 1.20 | 69.15 |

| Registro | M.O. | C.O. | Argila | P Mehlich | P Resina | S | Na | K | CTC pH 7,0 | K |
|----------|------|------|--------|--------------|-------------|-----|----|-----|-----------------|---|
| | | | | | | | | | ----- %----- | ----- mg/dm3----- ----- cmolc/dm3----- |
| 37857 | 4.9 | 2.84 | 38 | 8.9 | -x- | -x- | 1 | 196 | 19.34 | 0.501 |
| 37858 | 2.0 | 1.16 | 28 | 6.3 | -x- | -x- | 1 | 103 | 8.06 | 0.263 |
| 37859 | 6.0 | 3.48 | 43 | 5.9 | -x- | -x- | 1 | 173 | 27.04 | 0.442 |
| 37860 | 5.2 | 3.02 | 38 | 7.1 | -x- | -x- | 1 | 155 | 22.14 | 0.396 |
| 37861 | 2.1 | 1.22 | 19 | 5.9 | -x- | -x- | 1 | 81 | 11.39 | 0.207 |
| 37862 | 3.7 | 2.15 | 20 | 8.0 | -x- | -x- | 1 | 79 | 6.15 | 0.202 |
| 37863 | 9.4 | 5.45 | 33 | 3.2 | -x- | -x- | 1 | 134 | 17.82 | 0.343 |

| Registro | Cu Mehlich | Zn Mehlich | B | Fe Mehlich | Mn | Relações | | |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|-----------|--------------|
| | ----- mg/dm3----- | ----- mg/dm3----- | ----- mg/dm3----- | ----- mg/dm3----- | ----- mg/dm3----- | Ca/Mg | (Ca+Mg)/K | K/(Ca+Mg)1/2 |
| 37857 | -x- | -x- | -x- | -x- | -x- | 4.4 | 31.417 | 0.126 |

(Assinatura)

APÊNDICE B. Resultado da análise de solo, para a caracterização química do solo das áreas das matrizes.

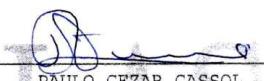


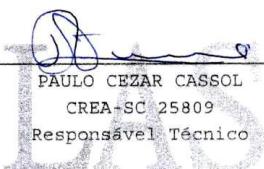
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
 CENTRO DE CIÉNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV
 DEPARTAMENTO DE SOLOS E RECURSOS NATURAIS - DSRN
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS - LAS

Av. Luiz de Camões, 2090 – Bairro Conta Dinheiro – Lages/SC. CEP 88520-000
 Telefone: (49) 3289 9242

| | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------|-------|
| 37858 | -x- | -x- | -x- | -x- | -x- | 7.5 | 11.027 | 0.154 |
| 37859 | -x- | -x- | -x- | -x- | -x- | 5.3 | 51.357 | 0.093 |
| 37860 | -x- | -x- | -x- | -x- | -x- | 3.2 | 45.051 | 0.094 |
| 37861 | -x- | -x- | -x- | -x- | -x- | 11.3 | 7.150 | 0.170 |
| 37862 | -x- | -x- | -x- | -x- | -x- | 6.0 | 7.673 | 0.162 |
| 37863 | -x- | -x- | -x- | -x- | -x- | 7.9 | 34.927 | 0.099 |

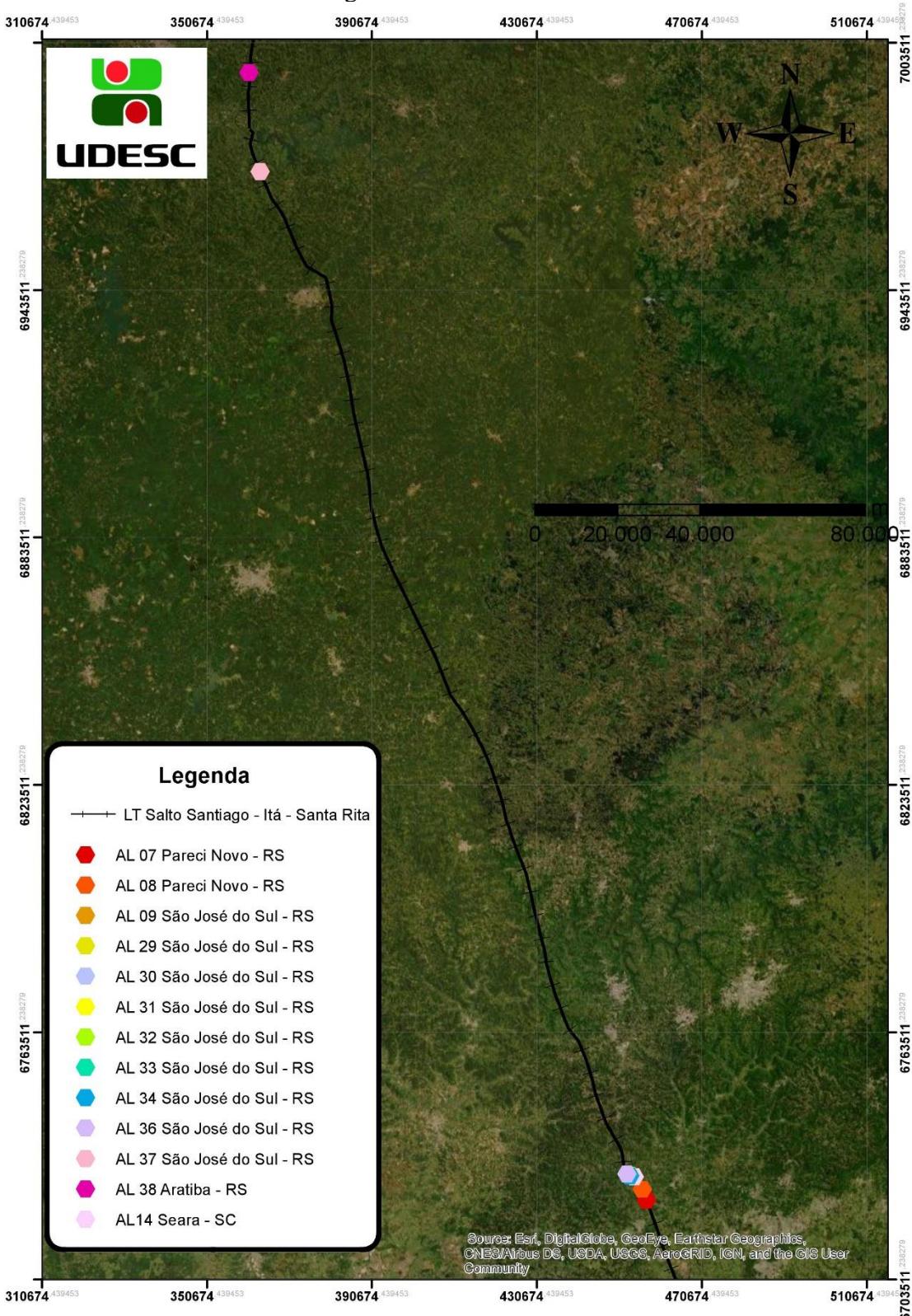
OBS: Carbono orgânico semi-total


 PAULO CEZAR CASSOL
 CREA-SC 25809
 Responsável Técnico


LAS
 UDESC

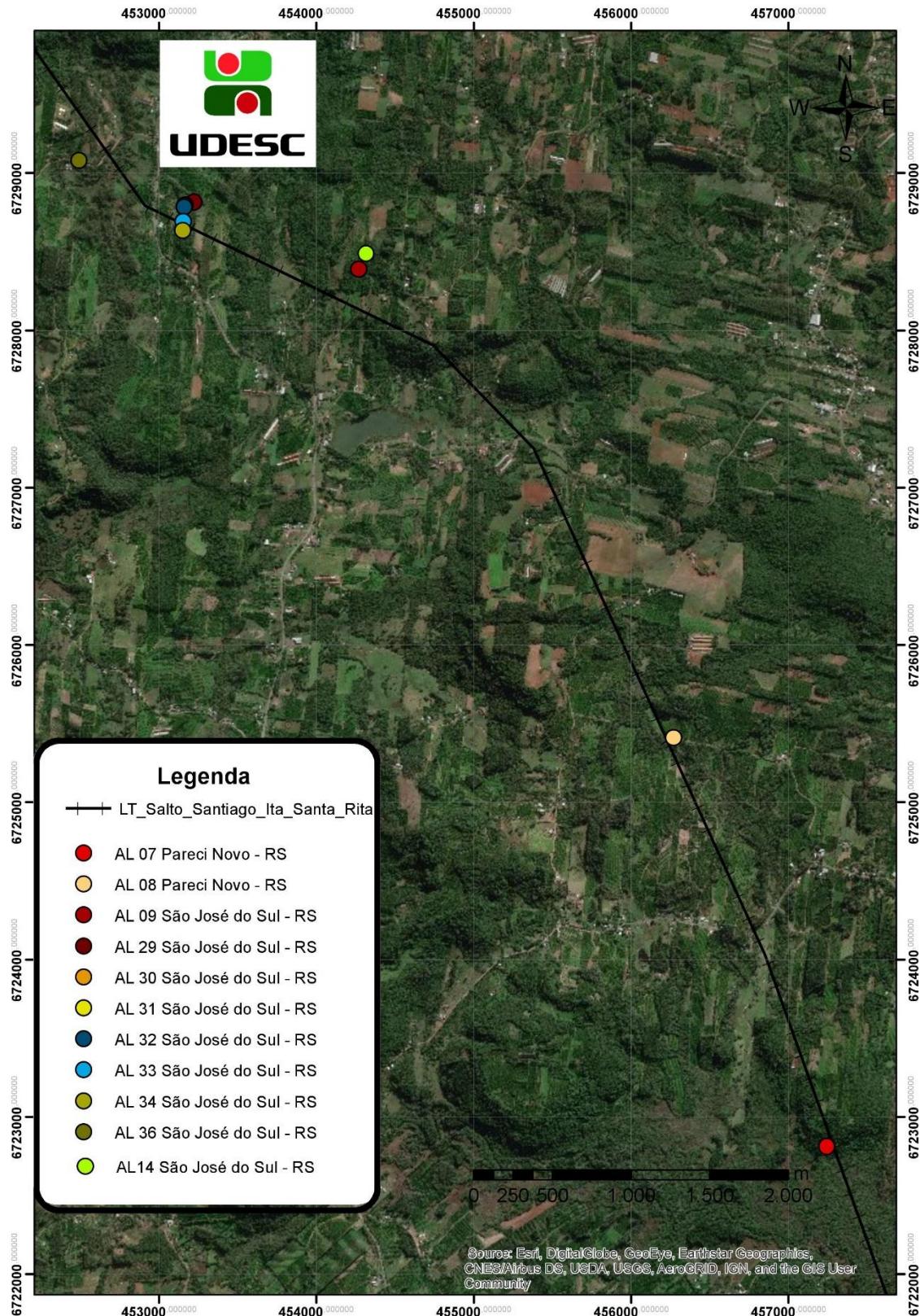
ANEXOS

ANEXO A. Distribuição geográfica das matrizes de *Apuleia leiocarpa* e da Linha de Transmissão 525 kV Santo Santiago – Itá – Nova Santa Rita.



Fonte: Geo Consultores Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

ANEXO B. Distribuição geográfica das matrizes de *Apuleia leiocarpa* nos municípios de Pareci Novo e São José do Sul, com o traçado da Linha de Transmissão 525 kV Santo Santiago – Itá – Nova Santa Rita.



Fonte: Geo Consultores Engenharia e Meio Ambiente, 2019.