



**JOÃO EDÉSIO DE SOUSA**

**MÉTODOS DE ISOLAMENTO DE INFLORESCÊNCIAS  
PARA AUTOFECUNDAÇÕES EM *Eucalyptus* spp.**

**LAVRAS - MG**

**2020**

**JOÃO EDÉSIO DE SOUSA**

**MÉTODOS DE ISOLAMENTO DE INFLORESCÊNCIAS PARA  
AUTOFECUNDAÇÕES EM *Eucalyptus* spp.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Evandro Novaes  
Orientador

Dra. Elizabete Keiko Takahashi  
Coorientadora

**LAVRAS - MG  
2020**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,  
com dados informados pelo próprio autor.

Sousa, João Edésio de.

Métodos de isolamento de inflorescências para melhorar a eficiência das autofecundações em *Eucalyptus* spp. / João Edésio de Sousa. - 220. 74 p.

Orientador: Evandro Novaes.

Coorientadora: Elizabete Keiko Takahashi.

Dissertação (Mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. Contaminação. 2. Genotipagem. 3. Microssatélites. 4. Melhoramento genético. 5. Alelos. I. Novaes, Evandro. II. Takahashi, Elizabete Keiko. III. Título.

**JOÃO EDÉSIO DE SOUSA**

**MÉTODOS DE ISOLAMENTO DE INFLORESCÊNCIAS PARA  
AUTOFECUNDAÇÕES EM *Eucalyptus* spp.**

**METHODS OF INFLORESCENCE ISOLATION FOR SELF-POLLINATION IN  
*Eucalyptus* spp.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 10 de julho de 2020.

Dra. Flávia Maria Avelar Gonçalves

UFLA

Dr. Dario Grattapaglia

EMBRAPA

Prof. Dr. Evandro Novaes  
Orientador

Dra. Elizabete Keiko Takahashi  
Coorientadora

**LAVRAS - MG  
2020**

*À minha esposa Maria de Jesus e a meus filhos Bruno e Vitor ...*

***Dedico.***

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, amor, proteção, sabedoria e por guiar meus passos nessa trajetória.

À minha esposa Maria de Jesus, pelo apoio, pelo amor e pelo incentivo.

Aos meus pais, José Pedro (*in memoriam*) e Ilva, base de minha formação, pelo apoio, pelo amor incondicional e pelas orações.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pela oportunidade.

À Celulose Nipo-Brasileira S/A (CENIBRA), pelo apoio e por ceder-me parte de meu tempo de trabalho, bem como disponibilizar os recursos para a viabilização dos ensaios e dos dados obtidos.

À equipe de trabalho de Pesquisa da CENIBRA, pela dedicação de sempre à realização dos trabalhos.

Ao Professor Evandro, pela excelente orientação, pela paciência, amizade, ensinamentos, incentivo e, principalmente, por ter acreditado em meu trabalho.

À colega Elizabete Keiko, pela ajuda na realização dos trabalhos e pelo incentivo de sempre.

Ao colega de trabalho e de curso Márcio Reis, pelo incentivo, pelo companheirismo e pela parceria nos bons momentos e nas dificuldades.

Aos colegas de curso, pelo companheirismo, além das constantes e importantes trocas de conhecimentos e experiências.

Aos Professores do Programa, em especial, ao Magno, César, Welison, João Cândido, José Airton e Antônio Bruzi, por todo o conhecimento e experiência transmitidos.

Enfim, a todos que participaram comigo desta conquista.

MUITO OBRIGADO!

## RESUMO

Recentemente, alguns programas de melhoramento de *Eucalyptus*, vêm tentando autofecundar genitores pré-selecionados, para eliminar, pelo menos em parte, a carga genética, fixar alelos favoráveis e, assim, desenvolver linhagens semiendogâmicas visando à produção de híbridos de maior produtividade. No entanto, a taxa de sucesso nessas autofecundações não tem sido alta, em especial, por contaminações com pólen externo. Conduziu-se este trabalho, com o objetivo de avaliar combinações de métodos de isolamento de ramos, visando a minimizar a contaminação por pólen externo, na produção de progênies autofecundadas de *Eucalyptus*. Para isso, foram testados sete tratamentos diferentes, variando os métodos de autopolinização e o material para isolamento dos ramos (tipo e espessura do tecido). Os tratamentos foram aplicados em seis matrizes de cada uma das espécies *E. grandis* e *E. urophylla*, com três repetições (ramos diferentes na mesma matriz) e 100 botões polinizados em cada repetição. Para este trabalho, foram escolhidas árvores matrizes que estavam, naquele momento, com floração no estágio ideal para a polinização. A maior parte dessas matrizes já era conhecida quanto à tolerância à geração de progênies por autofecundação, por terem passado por análises anteriores baseadas em verificação por genotipagem com microssatélites. Os frutos foram colhidos, beneficiados, e as sementes de cada repetição semeadas em 11 tubetes. Em razão do elevado custo da verificação de autofecundação por genotipagem de microssatélites, foram selecionados três dos sete tratamentos para genotipagem. Para cada tratamento e repetição, foram avaliados os seguintes parâmetros: (1) o número de botões vingados 30 dias após as polinizações; (2) o número de frutos colhidos 180 dias após as polinizações; (3) o número de tubetes com mudas germinadas 30 dias após a semeadura; e (4) o número e proporção de mudas, comprovadamente, derivadas de autofecundação via genotipagem por microssatélites. Não houve diferença significativa no número de botões vingados, frutos colhidos e tubetes germinados entre os tratamentos das matrizes avaliadas. Houve diferença significativa para a espécie, sendo que as matrizes de *E. urophylla* tiveram maior sucesso nas autofecundações quando comparadas à *E. grandis*. Com base na genotipagem, a taxa de sucesso de autofecundação só foi significativamente afetada pela espécie, sendo também mais favorável em *E. urophylla*. Em relação aos tratamentos e às classes de matrizes também não houve diferença significativa na taxa de autofecundação. Esse resultado, apesar de inesperado, representa um importante avanço para o programa de geração de linhagens semiendogâmicas da empresa. Como não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos, pode-se optar pelo tratamento com maior facilidade operacional. Sendo assim, as autofecundações poderão ser realizadas na empresa, seguindo o método que consiste na simples limpeza e proteção dos ramos, antes da abertura das flores, eliminando-se a necessidade de armazenamento de pólen e da polinização controlada, o que facilita bastante a operacionalidade do processo.

**Palavras-chave:** Contaminação. Genotipagem. Microssatélites. Melhoramento genético. Alelos.

## ABSTRACT

Some *Eucalyptus* breeding programs have recently been trying to self-fertilize pre-selected parents to, at least in part, eliminate the genetic load, fix favorable alleles, and thus, develop semi-inbred lines aiming at highly productive hybrids. However, self-fertilizations have shown a low success rate, mainly due to contamination with foreign pollen. The objective of this work was to evaluate combinations of branch isolation methods to minimize contamination by external pollen in the production of self-fertilized *Eucalyptus* progenies. For this, seven different treatments were tested, varying the self-pollination methods and the material for isolating the branches (type and thickness of the tissue). The treatments were applied to six *E. grandis* and *E. urophylla* mother trees using three replicates (different branches from the same plant) and 100 pollinated buds in each replicate. The mother trees chosen were in the ideal stage of blooming for pollination. Most were already known for presenting tolerance to the generation of progenies by self-fertilization, having undergone previous analyzes based on verification by genotyping with microsatellites. The fruits were harvested and processed, and the seeds of each replicate were sown in 11 pots. Three of the seven treatments for genotyping were selected due to the high cost of self-fertilization verification by microsatellite genotyping. The following parameters were evaluated for each treatment and replicate: (1) number of viable buds 30 days after pollination; (2) number of fruits harvested 180 days after pollination; (3) number of pots with germinated seedlings 30 days after sowing; and (4) number and proportion of seedlings proven to be derived from self-fertilization via microsatellite genotyping. There were no significant differences in the number of viable buds, harvested fruits, and germinated pots between treatments. However, *E. urophylla* trees showed a higher success rate when compared to *E. grandis*. Based on genotyping, the success in self-fertilization was only significantly affected by the species and was more favorable in *E. urophylla*. There was also no significant difference regarding the treatments and classes of mother trees for self-fertilization. Although unexpected, this result represents a significant advance for the company's semi-inbred line generation program. As no significant difference was detected between treatments, it is possible to implement the treatment with higher operational ease. Therefore, self-fertilization can be carried out in the company following the method that consists of simple cleaning and branch protection before budding, eliminating the need to store pollen, and perform controlled pollination, which highly facilitates the process.

**Keywords:** Contamination. Genotyping. Microsatellites. Breeding. Alleles.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Inflorescência do eucalipto. ....	19
Figura 2 - Pomares de Híbridação. As �rvores passam por um controle de copa, para evitar que cresçam demais, o que dificultaria o trabalho de polinizações controladas. ....	24
Figura 3 - Esquema do delineamento experimental. ....	26
Figura 4 - Tratamentos utilizados. ....	28
Figura 5 - Produção de mudas para genotipagem. ....	29
Figura 6 - Média de Botões Vingados por espécie. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. ....	33
Figura 7 - Média de Botões Vingados por tratamento. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. ....	34
Figura 8 - Média de botões vingados por espécie em cada tratamento. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. ....	35
Figura 9 - Média de Frutos Colhidos por espécie. ....	36
Figura 10 - Média de Frutos Colhidos por tratamento. Mesmas letras (“a”) acima das barras indicam que não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. ....	37
Figura 11 - Média de frutos colhidos por espécie em cada tratamento. Mesmas letras (“a”) acima das barras indicam que não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. ....	37
Figura 12 - Média de tubetes com mudas germinadas por espécie. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. ....	38
Figura 13 - Média de tubetes com mudas germinadas por tratamento. Letras diferentes, acima das barras, indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. ....	39

Figura 14 - Média de tubetes germinados por espécie em cada tratamento. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.....	40
Figura 15 - Média de autofecundações confirmadas por espécie. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.....	41
Figura 16 - Média de autofecundações confirmadas por tratamento. Mesmas letras (“a”) acima das barras indicam que não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.....	42
Figura 17 - Média de autofecundações confirmadas por espécie e tratamento. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação das árvores matrizes selecionadas.....	25
Tabela 2 - Relação das árvores matrizes e mudas genotipadas. ....	30
Tabela 3 - Resumo da análise de variância, para quantidade de botões florais vingados.....	32
Tabela 4 - Resumo da análise de variância, para quantidade de frutos colhidos.....	35
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para quantidade de tubetes com mudas germinadas.....	38
Tabela 6 - Resumo da Análise de Variância da taxa de autofecundação, avaliada com a genotipagem de marcadores microsatélites.....	41

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	Os eucaliptos.....	16
2.2	Melhoramento Genético .....	17
2.3	Biologia Floral .....	19
2.4	Sistema Reprodutivo.....	20
2.5	Polinização controlada.....	20
2.6	Depressão por endogamia .....	21
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	24
3.1	Material e local de trabalho .....	24
3.2	Tratamentos.....	26
3.3	Polinização e colheita de sementes.....	28
3.4	Semeio, desbaste e repicagem.....	29
3.5	Amostragem e genotipagem .....	29
3.6	Análises estatísticas .....	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
4.1	Vingamento.....	32
4.1.1	Vingamento por espécie.....	32
4.1.2	Vingamento por tratamento.....	33
4.1.3	Interação espécie x tratamento no vingamento .....	34
4.2	Frutos Colhidos .....	35
4.2.1	Frutos colhidos por espécie .....	36
4.2.2	Frutos colhidos por tratamento .....	36
4.2.3	Interação espécie x tratamento nos frutos colhidos .....	37
4.3	Número de tubetes com mudas germinadas .....	38
4.3.1	Número de tubetes com mudas germinadas por espécie .....	38
4.3.2	Número de tubetes com mudas germinadas por tratamento.....	39
4.3.3	Número de tubetes com mudas germinadas na interação espécie x tratamento....	39
4.4	Taxa de autofecundação estimada por genotipagem .....	40
4.4.1	Taxa de autofecundação estimada para genotipagem por espécie .....	41
4.4.2	Taxa de autofecundação estimada para genotipagem por tratamento.....	42
4.4.3	Interação espécie x tratamento na taxa de autofecundação estimada por genotipagem .....	42
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	45
6	CONCLUSÃO .....	48
	REFERÊNCIAS .....	49
	APÊNDICE A - CIRCULAR TÉCNICA.....	53
	APÊNDICE B - DADOS DE BOTÕES VINGADOS E FRUTOS COLHIDOS POR ÁRVORE MATRIZ .....	57
	APÊNDICE C - DADOS DA GERMINAÇÃO POR ÁRVORE MATRIZ.....	62
	ANEXO A - DADOS DA GENOTIPAGEM POR MARCADORES MICROSSATÉLITES .....	67

## 1 INTRODUÇÃO

Os produtos provenientes de espécies florestais, para fins industriais, incluindo a produção de Celulose e Papel, são componentes de grande destaque no Agronegócio do Brasil. O setor de florestas plantadas é responsável por 1,3% do PIB, nesse setor, e 6,9% do PIB industrial brasileiro, no ano de 2018. A Celulose teve desempenho recorde, no mercado externo, com o Brasil sendo destaque no comércio mundial como o maior exportador desse insumo (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBA, 2019). Uma das causas do sucesso nesse segmento é o crescente desempenho da produtividade das florestas. Destaque pode ser dado ao melhoramento genético que, pela obtenção de clones cada vez mais produtivos, em curto prazo, vem contribuindo, significativamente, para a evolução da produtividade florestal no Brasil (VENCOVSKY; RAMALHO, 2000).

Em 2018, no Brasil, aproximadamente 7,83 milhões de hectares foram plantados com eucalipto, pinus e demais espécies. A cultura do eucalipto representa mais de 72% dessa área de florestas plantadas, com mais de 5,5 milhões de hectares. A madeira do eucalipto é destinada aos mais distintos usos, como à produção de painéis de madeira, pisos laminados, como fonte de energia renovável e, sobretudo, na indústria de celulose e papel. Além das funções produtivas, os plantios de árvores desempenham importante papel na prestação de serviços ambientais: fornecendo madeira e energia de forma renovável, evitando o desmatamento de habitats naturais e protegendo, assim, de forma indireta, a biodiversidade; preservam o solo, nascentes e cursos de rios contra o assoreamento; recuperam áreas degradadas; e contribuem para a redução das emissões de gases causadores do Efeito Estufa por serem estoques naturais de Carbono (IBA, 2019).

Os Programas de Melhoramento são desenvolvidos em ciclos repetidos de seleção e recombinação e, para tal, demandam métodos eficientes para cruzamento entre plantas. Há, portanto, necessidade de instalação e manejo de um ambiente, para trabalhos com polinização controlada, seja para cruzamentos intra ou interespecíficos, ou ainda, para trabalhos com autofecundação. Para esse último, uma das estratégias de melhoramento é a Seleção Recorrente Recíproca Individual (SRRI), cujo primeiro passo consiste na autofecundação dos genitores selecionados (RESENDE, 2004). Esses genitores são, idealmente, selecionados pela sua capacidade geral ou específica de combinação para a geração de híbridos.

A obtenção de híbridos é um método de melhoramento que procura tirar proveito da heterose. Para a cultura do milho, por exemplo, a superioridade dos híbridos elevou sobremaneira a produtividade da cultura no início do século XX. Shull (1909 *apud* BUENO;

MENDES; CARVALHO, 2001), apresentava um esquema básico para a produção de sementes de milho híbrido. A expressão “variedade híbrida” designa populações F<sub>1</sub>, resultantes de cruzamento entre linhagens autofecundadas, plantadas comercialmente. Na atualidade, o esquema básico para a produção do milho híbrido consiste na obtenção de linhagens endogâmicas (linhas puras) e sua utilização em cruzamentos entre si para a produção de sementes híbridas (híbridos simples). Mais recentemente, no milho, o processo de obtenção de linhagens endogâmicas foi bastante agilizado pelo método de duplo-haploide. Esse método permite a obtenção de linhagens 100% homozigotas em um curto espaço de tempo (PIERRE *et al.*, 2011). O método em questão, envolve a indução *in vivo* de haploides maternos, por um genótipo indutor haploide masculino. O germoplasma fonte é usado como progenitor feminino e o indutor haploide é usado como progenitor masculino. Os haploides resultantes herdam o genoma citoplasmático e nuclear do genitor feminino, tornando, assim, a indução haploide materna mais atraente para os programas de melhoramento de milho (CHAIKAM *et al.*, 2019).

Para a área florestal, em especial, para a cultura do eucalipto, a obtenção de sementes híbridas, resultantes do referido processo de cruzamentos entre linhagens autofecundadas, seria uma alternativa comercial à produção de mudas via clonagem. Se possível, essa estratégia garantiria a produção de variedades tão homogêneas quanto os clones, com a vantagem de melhorias na fitossanidade, no sistema radicular e no custo de produção de mudas, a partir de sementes. No entanto, a atual necessidade de polinizações controladas deve contrabalancear essa vantagem. As autopolinizações são muito demoradas e difíceis, em espécies florestais, em consequência da demora para atingirem a maturidade sexual e à forte depressão por endogamia. Porém, se houver sucesso nas autofecundações, esse método pode gerar híbridos mais produtivos, na medida em que a produção de linhagens é bastante efetiva em remover a carga genética e permite fixar os alelos favoráveis nessas linhagens. Essas vantagens são importantes pois, em espécies alógamas e com alta heterozigosidade como o *Eucalyptus*, a carga genética é geralmente elevada (HEDRICK; HEESTEN; GRATTAPAGLIA, 2015). Contudo, é preciso reduzir o prazo necessário para que a árvore atinja homozigose com as sucessivas autofecundações. Além disso, a elevada carga genética dificulta o avanço das gerações de autofecundação, uma vez que a depressão por endogamia diminui a viabilidade dos indivíduos endogâmicos (S1, S2, etc).

Na Empresa CENIBRA, os trabalhos de polinização controlada são realizados, em Pomares de Híbridação de Campo, utilizando-se o método conhecido como Protoginia Artificialmente Induzida (PAI). Esse método consiste em um corte na extremidade do

opérculo, eliminando também o estigma das flores, tornando o estilete imediatamente receptivo para a germinação dos grãos de pólen (ASSIS; MAFIA, 2007). Nas polinizações para a fecundação cruzada, conseguem-se híbridos intra ou interespecíficos, praticamente, sem contaminação. Na empresa CENIBRA, os resultados são sistematicamente confirmados, por exame de DNA entre plantas genitoras e plantas filhas. Todavia, nas tentativas de autofecundação, têm sido constatados elevados índices de contaminação por pólenes estranhos ao processo.

A princípio, utilizando o método “PAI” nos trabalhos de polinização na empresa CENIBRA, verificou-se 80% de contaminação, por meio de testes de DNA. Ou seja, a maioria das plantas obtidas de flores autofecundadas receberam pólenes e foram, na verdade, fertilizadas por outros genitores desconhecidos. Diante disso, optou-se por fazer a proteção dos ramos logo após a autofecundação dos botões florais. Para essa proteção (isolamento), é utilizado um tecido não tramado para o completo envolvimento das inflorescências recém-autofecundadas.

Logo após essa mudança, acreditava-se que o problema de autofecundação estaria resolvido. Contudo, novos exames de DNA indicaram que a taxa de autofecundação ainda não oferecia uma condição segura e confiável, apesar de ter melhorado e chegado a 53%. O problema é que com essa taxa de autofecundação não é possível afirmar qual planta foi efetivamente autofecundada sem a ajuda da genotipagem por exame de DNA das plantas e de seus genitores. Constatada a persistência de um índice considerável de contaminação, mesmo após o isolamento dos botões florais, surgiu a hipótese de falhas na manipulação do tecido utilizado. As hipóteses de falhas, nesse sentido, seriam quanto ao tipo de material, seu comprimento, sua espessura ou, até mesmo, a forma de assepsia dos instrumentos utilizados entre uma e outra autopolinização.

Um fator importante a ser considerado é o alto custo dispendido para se fazer a genotipagem em larga escala, assim como as perdas financeiras decorrentes da mão de obra com repetições das autofecundações que não geraram número de sementes autofecundadas suficientes. Com isso, é fundamental que o processo seja melhorado, produzindo resultados confiáveis de modo que essas genotipagens possam ser minimizadas e dedicadas exclusivamente às plantas que apresentarem fenótipos mais vigorosos, o que poderia sugerir uma possível origem de fecundação cruzada.

Portanto, objetivou-se, neste trabalho, investigar as causas da contaminação, na atividade de autofecundação, bem como buscar alternativas que proporcionassem o bloqueio

de pelo menos 95% das fontes de contaminação, com vistas a evitar a necessidade de genotipagem para garantir a efetividade da autofecundação.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Os eucaliptos

O eucalipto pertence à divisão *Angiospermae*, classe *Dicotyledonea*, ordem *Myrtales*, família *Myrtaceae* e gênero *Eucalyptus*. A mais recente classificação taxonômica do gênero considera o *Eucalyptus* como um único gênero, sendo formado por 13 subgêneros constituídos de uma única espécie cada e sete subgêneros, contendo várias espécies (BROOKER, 2000 *apud* ESTOPA, 2006).

Esse gênero possui mais de 500 espécies (identificadas com base em diferenças morfológicas). Considerando as espécies de importância econômica, quase todas são nativas da Austrália, com exceção do *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus deglupta*, que ocorrem na Indonésia e Papua Nova Guiné. Além desses, existem também o *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus pellita* e *Eucalyptus brassiana*, que têm origem na Austrália e também em Papua Nova Guiné (ELDRIDGE *et al.*, 1993).

O gênero *Eucalyptus* foi disseminado pelo mundo ainda no século XVIII. Atualmente, os maiores plantios de eucalipto se encontram no Brasil, na Índia, na China, na Austrália, no Uruguai, no Chile e em Portugal, nessa ordem, por países maiores plantadores. Por sua facilidade de adaptação e grandes produtividades, as espécies mais cultivadas no mundo são *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camuldulensis* e *Eucalyptus tereticornis* (FONSECA *et al.*, 2010).

A entrada da maior parte das espécies de *Eucalyptus* no Brasil se deu graças ao Eng. Agrônomo Edmundo Navarro de Andrade, da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. No início do século XX, Navarro de Andrade passou a estudar e cultivar a planta, com o objetivo inicial de obter madeira de crescimento rápido para alimentar as caldeiras de locomotivas. Logo foi percebida a vantagem que o eucalipto apresentava, em relação às florestas nativas, o que fez com que fosse explorado em escala comercial. Seguiu-se um período de chegada de inúmeras espécies de *Eucalyptus* no Brasil, que conta, atualmente, com um amplo banco de germoplasma (QUEIROZ; BARRICHELLO, 2007).

## 2.2 Melhoramento Genético

A utilização de florestas comerciais no Brasil tem mostrado vantagens em relação a outros países. Esse fato se deve aos avanços no melhoramento genético e às inovações técnicas, nas práticas silviculturais, além de condições edafoclimáticas muito favoráveis aos plantios florestais. Os progressos alcançados na produtividade e a melhoria na qualidade da madeira têm sido expressivos (FONSECA *et al.*, 2010).

O Brasil passou a ser reconhecido como um dos principais países em termos de área de plantações com *Eucalyptus*. Esse destaque mundial, no cultivo dessa cultura, deve-se à detenção de elevado nível científico-tecnológico, nas diversas áreas, graças às pesquisas avançadas por Empresas Florestais, Institutos de Pesquisas e Universidades. As áreas de conhecimento responsáveis pelo sucesso da eucaliptocultura nacional são inúmeras, com destaque para o melhoramento genético, com domínio de técnicas de propagação vegetativa e obtenção de híbridos, assim como estudos na área de fisiologia vegetal, solos e nutrição de plantas, desenvolvimento e planejamento silvicultural, além do domínio na tecnologia da madeira (SIQUEIRA, 2009). Apesar desse destaque, pode-se afirmar que o eucalipto se encontra ainda em estágios iniciais em termos de melhoramento. Ou seja, em se tratando de domesticação, as modificações genéticas, com o objetivo específico de produção e uso ainda são mínimas, e as espécies ainda detêm ampla variabilidade genética para os caracteres associados à produção (GRATTAPAGLIA, 2004).

Nos programas de melhoramento genético do eucalipto, as avaliações de valor dos genótipos ainda são inferidas com base em experimentos e avaliações fenotípicas. Essas avaliações envolvem muito tempo, por se tratarem de uma cultura perene, além de uma grande quantidade de mão de obra (RAMALHO; PEREIRA; OLIVEIRA, 2010).

A seleção clonal se apresenta como alternativa que proporciona um ganho de produtividade imediato. A clonagem é utilizada no desenvolvimento final das cultivares a serem recomendadas em plantios comerciais. No entanto, é necessário conduzir um Programa de Melhoramento com a finalidade de recombinar materiais genéticos superiores, proporcionando oportunidades de substituição de clones por outros cada vez mais produtivos. Nesse processo, pode-se recombinar genótipos que tenham chance de agregar outras características de interesse como resistências a estresses bióticos e abióticos (BISON, 2004).

Entre as espécies de eucalipto mais cultivadas, no Brasil, juntamente com seus híbridos interespecíficos, estão o *Eucalyptus grandis* e o *Eucalyptus urophylla*. Vale destacar que o híbrido mais plantado no Brasil reúne, exatamente, essas duas espécies, sendo

conhecido como urograndis. O uso desse híbrido tem sido intenso e vem crescendo, nos segmentos industriais e, mais recentemente, para a produção de madeira serrada (PINTO JÚNIOR; GARLIPP, 2008).

O *Eucalyptus grandis* ocorre, naturalmente, no Norte do Estado de Nova Gales do Sul, nas regiões centrais até o Norte de Queensland em latitudes que variam de 16° a 33° SC. A altitude varia desde o nível do mar até 1.100 m nas áreas do Norte. O clima dessas regiões é, principalmente, quente e úmido. A precipitação, nas áreas de ocorrência dessa espécie, vai de 1.000 até 3.500 mm, nas áreas costeiras, sendo predominante no verão. Os locais em que essa espécie é encontrada possuem vários tipos de solos que, geralmente, são profundos e bem drenados, com moderada fertilidade, não tolerando ambientes alagados (FONSECA *et al.*, 2010). *E. grandis* é uma espécie que possui crescimento exuberante e é amplamente plantada em regiões subtropicais. Não é resistente à seca, sendo que uma precipitação média de 900 mm é adequada, desde que bem distribuída. Geadas fortes também limitam plantios da espécie em áreas com altas altitudes. No Brasil, essa espécie destacou-se pelo seu rápido crescimento e grande adaptação. Suas árvores são retas e fornecem excelente madeira para serraria, escoras e para a produção de celulose. Por isso, o *E. grandis* é uma das espécies mais utilizadas em reflorestamentos, no Brasil, seja de forma pura ou em combinações híbridas (ASSIS, 1996).

O *Eucalyptus urophylla* ocorre em Timor, Flores e outras ilhas do arquipélago indonésio, com latitudes entre 7° 30' e 10° S e altitude variando de 400 a 3.000 m. A precipitação pluviométrica média anual, nesses locais, é de 1.000 a 1.500 mm, com concentração no verão, sendo que o período seco é menor que quatro meses. A temperatura média das máximas nos meses mais quentes é de, aproximadamente, 29 °C. Já a média das mínimas nos meses mais frios fica entre 8 e 12 °C. Nessas regiões, podem ocorrer geadas em alguns dias nos pontos de maiores altitudes (FONSECA *et al.*, 2010). Essa espécie apresenta crescimento bom em baixas altitudes, sendo de grande potencialidade para regiões de clima quente e com período de moderado déficit hídrico. Decorrente de seu bom desenvolvimento nessas condições, à boa qualidade da sua madeira para carvão, celulose e serraria, o *E. urophylla* tem sido extensivamente plantado no Brasil. Suas árvores são de grande porte, retas, com forte dominância apical e casca predominantemente rugosa (RUY; FERREIRA; TOMAZELLO FILHO, 2001).

## 2.3 Biologia Floral

As flores das espécies do gênero *Eucalyptus* são, morfologicamente, bissexuadas, isto é, têm os dois sexos na mesma flor. A inflorescência recebe o nome de umbela, que fica presa na axila da folha por um pedúnculo. O número de flores simples, na mesma umbela, pode variar de 1 a 11, sendo que essa variação auxilia na diferenciação taxonômica das espécies. O botão floral pode ser peciolado ou sésstil e é envolvido por uma ou duas capas que constituem o opérculo, com função de proteção das partes femininas e masculinas até a antese (POTTS; GORE, 1995). Todos os componentes das flores do eucalipto apresentam tamanhos, cores e formas variadas e essas características são utilizadas na classificação taxonômica das várias espécies do gênero (TONACO, 2002).

Na maioria das espécies de *Eucalyptus*, a parte masculina da flor é constituída pelos estames e pelas anteras, onde se localizam os grãos de pólen. A parte feminina é composta por estilete que liga o estigma ao ovário. O estilete apresenta diferenças em comprimento, espessura e rigidez, de acordo com a espécie. O ovário é multilocular, e cada lóculo possui três tipos de estruturas: estéreis, chamadas de ovuloides, óvulos viáveis e óvulos não viáveis (POTTS; GORE, 1995).

Logo após a abertura do opérculo, as anteras deiscentes se abrem e expõem o pólen, que já está pronto para iniciar a polinização (FIGURA 1). Os vetores de polinização são pássaros e, sobretudo, insetos que, pela sua anatomia, movimentam-se entre as flores de forma não destrutiva.

Figura 1 - Inflorescência do eucalipto.



Legenda: Botões verdes (A); Botões na pré-antese (B) e Flores abertas (C).

Fonte: Do autor (2019).

## 2.4 Sistema Reprodutivo

Mesmo com flores bissexuais, as espécies de *Eucalyptus* são, preferencialmente, alógamas. Porém, em uma mesma umbela, as inflorescências apresentam sistema reprodutivo misto, podendo ocorrer até 30% de autogamia. A maior taxa de alogamia ocorre por causa da protandria, ou seja, maturação dos órgãos reprodutores masculinos (androceu) antes do estigma estar receptivo (ASSIS, 1996). No entanto, a protandria é um mecanismo que, por si só, não explica o fato da maior taxa de fecundação ser, predominantemente, cruzada. Há também fatores como macho esterilidade e autoincompatibilidade que inviabilizam a autofecundação (TONACO, 2002). Além disso, a elevada carga genética, com consequente depressão por endogamia, também impede que muitos embriões ou plântulas provenientes de autofecundação se desenvolvam.

No Brasil, para avaliar a taxa de fecundação cruzada em *E. urophylla*, marcadores moleculares RAPD e AFLP foram genotipados em 11 progênies de polinização aberta provenientes de populações melhoradas. Constatou-se com marcadores RAPD uma taxa de fecundação cruzada de 93%. Já com os AFLP essa taxa foi estimada em 89% (GAIOTTO; BRAMUCCI; GRATTAPAGLIA, 1997). Em outro trabalho realizado, no Brasil, a partir de análise aloenzimática das progênies de *E. grandis*, a taxa de fecundação cruzada estimada variou de 70 a 99% (CAMPINHOS *et al.*, 1998).

## 2.5 Polinização controlada

A hibridação interespecífica constitui uma estratégia para reunir características de mais de uma espécie em novas combinações híbridas. Nesse contexto, o híbrido entre as espécies *E. grandis* e *E. urophylla* destaca-se por combinar crescimento rápido, com produtividade que excede facilmente os 40 m<sup>3</sup>/ha/ano. Esse híbrido também se destaca pela maior tolerância a pragas e doenças, excelente capacidade de enraizamento, bem como qualidade da madeira adequada para diversos usos. Os híbridos dessa combinação foram inicialmente desenvolvidos, a partir da década de 1970 e passaram a ser conhecidos como *E. "urograndis"*. Os clones advindos desse tipo de combinação são amplamente plantados, no Brasil e também em outros países, sendo destinados para a produção de celulose e papel, carvão e madeira maciça (RESENDE; RESENDE; ASSIS, 2014).

Na eucaliptocultura os híbridos são provenientes do cruzamento entre árvores heterozigóticas. Esses cruzamentos geram famílias híbridas segregantes e heterogêneas. As

árvores superiores dessas famílias são clonadas e propagadas para geração de florestas altamente produtivas e homogêneas. Por outro lado, a produção de híbridos em milho e diversas outras culturas anuais, tem como primeiro passo a obtenção de linhagens endogâmicas pela autopolinização ao longo de seis gerações. Durante essas sucessivas gerações de autofecundação, pode-se proceder a uma rígida seleção para a obtenção de boas linhagens (BUENO; MENDES; CARVALHO, 2001). Com essa seleção, elimina-se parte da carga genética, além de promover a fixação de alelos favoráveis, gerando linhagens que possuem bom desempenho e que geram bons híbridos. A autofecundação de árvores matrizes também pode atender ao programa de melhoramento, uma vez que essa prática como processo de evolução da descendência é, talvez, a melhor forma de avaliar o valor genético dessas árvores matrizes. Esse método promove uma vantagem de seleção baseada em testes de progênie de famílias autofecundadas (após uma geração de seleção), sendo que essa vantagem aumenta à medida que as populações se tornam aprimoradas (RESENDE; VENCOVSKY, 1992 *apud* SILVA; HARDNER; POTTS, 2010).

A obtenção de linhagens para a produção do híbrido em *Eucalyptus* deve considerar o tempo necessário, para o avanço de gerações, uma vez que a espécie é perene e o seu florescimento ocorre, normalmente, a partir de três anos de idade. A floração pode ser antecipada para dois anos ou até um pouco menos, caso seja feita a indução do florescimento precoce, pela aplicação do inibidor de crescimento “paclobutrazol” [(2RS - 3RS) - 1 - (4 - clorofenil) - 4, 4, dimetil - 2 - (1H-1,2,4-triazol-1-il) pentan-3-ol]. Esse agente químico atua sobre a planta, interferindo na via das giberelinas, retardando o crescimento e, como consequência, ativando a sua floração de forma antecipada (FONSECA *et al.*, 2010).

## 2.6 Depressão por endogamia

Um problema advindo dos trabalhos de autofecundação para a obtenção de linhagens é a depressão por endogamia, que diminui a viabilidade de indivíduos autofecundados (HEDRICK; HEESTEN; GRATTAPAGLIA, 2015). Essa menor viabilidade ocorre, em decorrência da carga genética, ou seja, alelos deletérios que diminuem a viabilidade dos indivíduos que os possuem em homozigose. Como são, em sua maioria, recessivos, esses alelos deletérios resultam em características fenotípicas negativas do ponto de vista do melhorista. A alta diversidade do eucalipto, aliada ao seu hábito alógamo, possibilita a concentração de um grande número de alelos deletérios, que ficam escondidos nos

heterozigotos, por serem recessivos. Esses alelos prejudicam o crescimento da árvore quando em homozigose (CAIXETA, 2016).

A metodologia de polinização controlada para a obtenção de sementes autofecundadas, pode ser feita, variando métodos de proteção ao ramo polinizado. Trabalhando com *E. globulus*, Hardner e Potts (1995) realizaram a polinização manual antes do fechamento do ramo com tecido, ou seja, de “forma assistida”. No mesmo trabalho, fizeram o fechamento de outro ramo antes da abertura dos botões florais, para que autopolinização se desse de forma natural no interior do ramo protegido. Esse método foi considerado uma forma “não assistida” de autopolinização. Independentemente do método, quase não foi constatada diferença na quantidade de sementes obtidas. Nesses casos, as sementes obtidas, quando semeadas e plantadas, não apresentaram sinais de depressão por endogamia significativos nos resultados da germinação, desenvolvimento das mudas e sobrevivência nos primeiros 20 meses de plantio, em comparação com as sementes híbridas de fecundação cruzada obtidos por polinização controlada. Após os 40 meses de plantio, as plantas oriundas de sementes autofecundadas apresentaram sinais significativos de depressão por endogamia, quando comparadas com as plantas híbridas para os parâmetros de sobrevivência e crescimento em altura e diâmetro. Contudo, o resultado para a obtenção de sementes, apenas protegendo o ramo com o tecido, pode ser aplicado como método para a obtenção de sementes autofecundadas.

Em um trabalho recente com as espécies *E. globulus* e *E. ovata*, para a obtenção de sementes por autofecundação e polinização cruzada, Nickolas *et al.* (2019) constataram que as plantas obtidas por autofecundação, quando comparadas com aquelas obtidas por fecundação cruzada, apresentaram depressão por endogamia mais acentuada, a partir dos 10 anos após o plantio. Tal constatação ficou evidente para os parâmetros de sobrevivência e crescimento. Foram observadas diferenças marcantes que, embora possam ser atribuídas ao componente genético, há que se considerar a pressão ambiental, que é um fator mais incisivo para as plantas oriundas de sementes autofecundadas, uma vez que essas, por estar já com um certo grau de homozigose, expressam alelos recessivos, causando redução no seu valor adaptativo.

A intensidade da depressão por endogamia deve ser considerada quando se pretende fazer um manejo em longo prazo das plantas de sementes obtidas por autofecundação. Para tal é possível considerar manejos específicos, levando em consideração o ambiente a ser escolhido para o plantio dessas mudas. As características de cada planta são afetadas pela depressão por endogamia, conforme o aumento da idade de plantio. Mas também há um aumento acentuado dessa depressão, quando as plantas se desenvolvem em ambientes com

maior pressão ambiental, quando comparados com ambientes com situações que ofereçam melhores condições de adaptação (SILVA *et al.*, 2010). Sendo assim, para o efetivo avanço de gerações, deve-se considerar um manejo que diminua pressões ambientais, como estresses abióticos, especialmente no início do desenvolvimento das plantas.

Em um estudo sobre o desenvolvimento do tubo polínico em *E. urophylla* e *E. grandis*, Horsley, Johnson e Myburg (2009) verificaram que as dificuldades para a obtenção de sementes autofecundadas no eucalipto começam, desde a formação do tubo polínico que se dá logo após a polinização. Usando o método da epifluorescência microscópica para estudar o crescimento do tubo polínico, os autores compararam as inflorescências autopolinizadas com aquelas polinizadas por pólen de outra planta. Eles constataram que nas flores autopolinizadas houveram atrasos na formação do tubo polínico e menor produção de sementes. Concluíram, então, que há uma barreira natural de incompatibilidade para que a planta aceite ser fecundada pelo próprio pólen.

Apesar das dificuldades inerentes à depressão por endogamia, a autofecundação é um processo interessante no melhoramento florestal. Isso porque aumenta a homozigose, facilitando a eliminação de genes deletérios, durante o processo de seleção nos programas de melhoramento. Esse fato justifica o uso de autofecundações e o desenvolvimento de linhagens, em diferentes estratégias de melhoramento, como a Seleção Recorrente Recíproca Individual (SRRI). Daí a importância de se otimizar as atividades de autofecundações nos programas de melhoramento florestal.



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Material e local de trabalho

Para a realização dos trabalhos de polinização, foram utilizadas 18 árvores Matrizes de *E. grandis* e *E. urophylla*, sendo nove de cada espécie. As matrizes encontram-se em dois Pomares de Híbridação da empresa CENIBRA (FIGURA 2).

Figura 2 - Pomares de Híbridação. As árvores passam por um controle de copa, para evitar que cresçam demais, o que dificultaria o trabalho de polinizações controladas.



Fonte: Do autor (2019).

A escolha das árvores matrizes foi feita, considerando-se aquelas que estavam, naquele momento, com floração no estágio ideal para a polinização. A maior parte dessas matrizes já eram conhecidas quanto à tolerância à geração de progênies por autofecundação, por terem passado por análises anteriores baseadas em verificação por genotipagem com microssatélites. (TABELA 1).

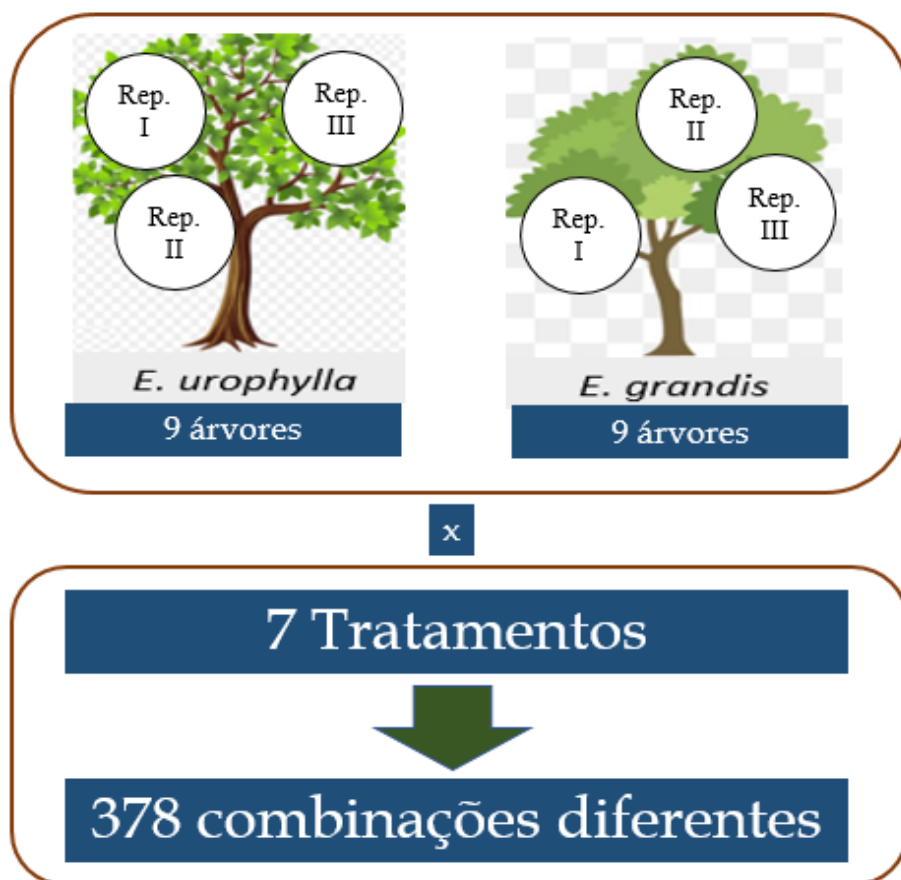
Tabela 1 - Relação das árvores matrizes selecionadas.

Matriz	Espécie	Quantidade de mudas descendentes genotipadas em análises anteriores	Autofecundação confirmada	Autofecundação não confirmada
G11	<i>E. grandis</i>	1	1	0
G12	<i>E. grandis</i>	7	6	1
G13	<i>E. grandis</i>	16	16	0
G14	<i>E. grandis</i>	5	3	2
G15	<i>E. grandis</i>	2	1	1
G16	<i>E. grandis</i>	19	17	2
G17	<i>E. grandis</i>	20	0	20
G18	<i>E. grandis</i>	20	5	15
G19	<i>E. grandis</i>	18	1	17
U20	<i>E. urophylla</i>	2	2	0
U21	<i>E. urophylla</i>	14	14	0
U22	<i>E. urophylla</i>	0	0	0
U23	<i>E. urophylla</i>	0	0	0
U24	<i>E. urophylla</i>	19	14	5
U25	<i>E. urophylla</i>	20	16	4
U26	<i>E. urophylla</i>	0	0	0
U27	<i>E. urophylla</i>	20	0	20
U28	<i>E. urophylla</i>	30	4	26

Fonte: Do autor (2019).

Com o objetivo de aumentar a probabilidade de sucesso na obtenção de progênes de autofecundação, foram definidos diferentes métodos de isolamento ou proteção dos ramos autofecundados para evitar a contaminação por pólenes estranhos. Em cada árvore matriz, foram aplicados, então, sete métodos de isolamento (tratamentos), com três repetições. As repetições foram constituídas por três ramos diferentes, contendo inflorescências. Em cada repetição/ramo, foram polinizados 100 botões (FIGURA 3).

Figura 3 - Esquema do delineamento experimental.



Fonte: Do autor (2019).

### 3.2 Tratamentos

Antes da autofecundação dirigida, os ramos escolhidos tiveram o excesso de folhas e os botões já abertos retirados com o auxílio de tesoura. Em seguida, os botões, a serem polinizados, tiveram o topo do opérculo cortado juntamente com o estigma. Logo após os pólenes, que haviam sido colhidos na mesma matriz, foram pincelados na parte exposta do estilete. Com exceção do tratamento 2, que não envolveu autopolinização controlada, os demais tratamentos de proteção ou isolamento das inflorescências foram aplicados após a realização da autofecundação controlada (FIGURA 4). Os sete tratamentos foram os seguintes:

#### **Tratamento 1 (Testemunha)**

Esse é o método tradicional que utiliza, para o isolamento do galho, um tecido não tramado, fino, com comprimento de 30 cm. Esse tratamento é o que está sendo utilizado na rotina da empresa. Portanto, esse tratamento 1 pode ser considerado o tratamento controle do

experimento. As metodologias propostas nos demais tratamentos foram balizadas a partir desse tratamento.

### **Tratamento 2**

Esse método consiste somente em lavar os botões florais, antes da antese, após eliminação do excesso de folhas e botões que já estavam abertos. Em seguida, o galho é isolado com um tecido mais grosso, com o dobro da espessura do tecido original, sem realização da polinização controlada. Objetivou-se, com esse tratamento, verificar a hipótese de que as inflorescências se autofecundem, naturalmente, quando simplesmente isoladas da ação de vetores de polinização que introduziriam pólen.

### **Tratamento 3**

Esse método utiliza um tecido fino (o mesmo do tratamento tradicional, mas com o dobro do comprimento) para o isolamento dos galhos. A variação no comprimento tem a finalidade de facilitar o fechamento, sem forçar as extremidades do galho. O tecido usado para esse tratamento tem comprimento de 60 cm.

### **Tratamento 4**

Esse método utiliza um tecido fino (o mesmo do tratamento tradicional), porém dobrado de forma que fique com duas camadas para o isolamento dos galhos.

### **Tratamento 5**

O tratamento 5 utiliza um tecido mais grosso (o mesmo do tratamento 2) com o dobro da espessura do tecido original, para o isolamento dos galhos.

### **Tratamento 6**

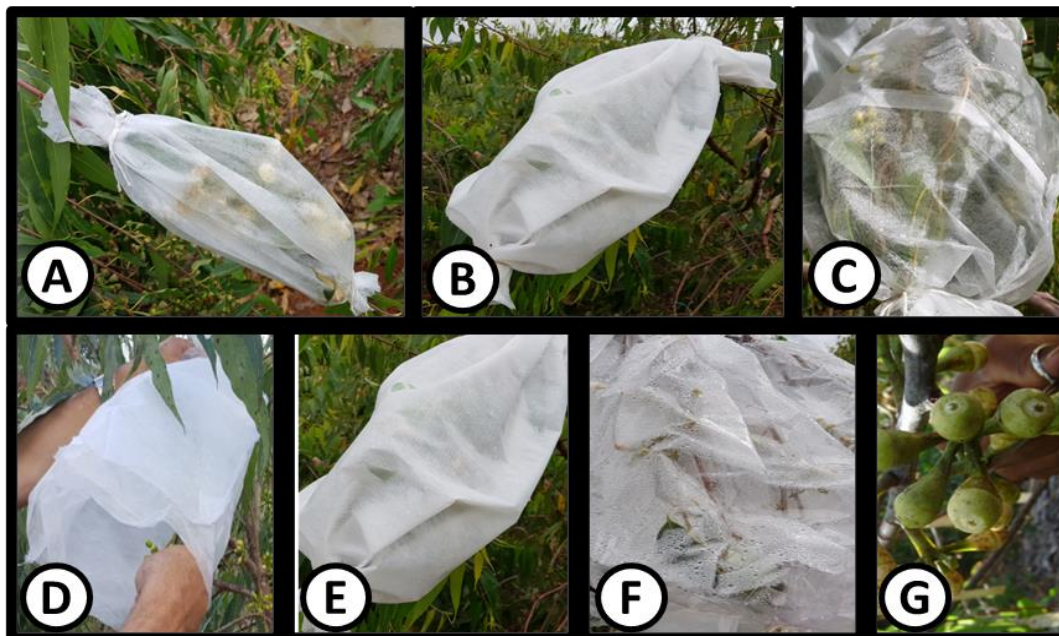
Nesse tratamento, utiliza-se um plástico transparente para o isolamento dos galhos.

### **Tratamento 7**

Polinização com pólen de outra planta, para servir, em parte, como controle positivo de produção de descendências (“pegamento”). Ou seja, trata-se de tratamento tradicional para a produção de sementes híbridas por fecundação cruzada. Para esse tratamento, não há proteção dos galhos após as polinizações. Por essa razão não pode ser considerado um

controle positivo na íntegra, uma vez que a proteção dos ramos aplicados somente aos outros tratamentos pode impactar o vingamento e a produção final de mudas.

Figura 4 - Tratamentos utilizados.



Legenda: Tratamentos utilizados: Tratamento 1 (A); Tratamento 2 (B); Tratamento 3 (C); Tratamento 4 (D); Tratamento 5 (E); Tratamento 6 (F) e Tratamento 7 (G).

Fonte: Do autor (2019).

### 3.3 Polinização e colheita de sementes

À exceção do tratamento 2, que consiste apenas em lavar os botões e promover o isolamento do galho, em todos os outros tratamentos, a polinização foi conduzida pelo método da Protophita Artificialmente Induzida - PAI (ASSIS; MÁFIA, 2007). Com 30 dias após a polinização, foi feito um levantamento dos botões vingados, ou seja, aqueles que estavam desenvolvendo frutos e sementes. Com isso, foi possível obter a taxa de vingamento, dividindo-se o número de botões vingados pelo número de botões polinizados em cada galho, que representa uma repetição de um dos tratamentos.

A colheita de sementes foi feita seis meses após as polinizações. Nesse momento, foi anotado o número de frutos colhidos em cada galho, sendo esse um parâmetro preliminar para avaliar o sucesso de cada tratamento. Em seguida, as sementes foram beneficiadas e acondicionadas, separadamente, por matriz, tratamento e repetição (galho). As sementes foram armazenadas em câmara fria (15°C) até o momento do semeio.

### 3.4 Semeio, desbaste e repicagem

Para avaliar a taxa de germinação, as sementes foram semeadas em 11 tubetes para cada uma das repetições dos tratamentos. Em cada tubete, foram depositadas, aproximadamente, cinco sementes. Decorridos 20 dias do semeio, foi feito o levantamento da germinação. Logo após, foi realizado o desbaste, que é a retirada do excesso de mudas, deixando apenas uma muda em cada tubete. As mudas em excesso foram repicadas e plantadas em outros tubetes. Com essa repicagem, objetivou-se a obtenção do maior número possível de mudas por tratamento, para estimar a taxa efetiva de obtenção de plantas por autofecundação, por meio da genotipagem com marcadores microssatélites (FIGURA 5).

Figura 5 - Produção de mudas para genotipagem.



Fonte: Do autor (2019).

### 3.5 Amostragem e genotipagem

Para a genotipagem, as folhas das progênies advindas de autopolinização manual foram coletadas de maneira a representar as duas espécies em três árvores de três tratamentos. Em razão de restrições orçamentárias e do custo da genotipagem, foram escolhidos somente três dos sete tratamentos. Os tratamentos escolhidos foram o 1, 2 e 5, de acordo com os seguintes critérios: o tratamento 1, por ser o controle com o método de rotina praticado até então; o tratamento 2, por ser uma alternativa, operacionalmente, mais simples, sem a polinização induzida manualmente; e o tratamento 5, que utiliza um método de isolamento dos galhos com um tecido mais espesso (o mesmo tecido utilizado no tratamento 2), o que acredita-se, pode conferir maior segurança ao processo. Para melhorar a estimativa da taxa de autofecundação efetiva, todas as mudas de cada repetição desses tratamentos foram genotipadas, não sendo, portanto, fixada uma quantidade de mudas específica. Assim que as



mudas apresentaram desenvolvimento suficiente, foram coletadas duas folhas de cada planta e enviadas para genotipagem, juntamente com as amostras foliares das respectivas árvores matrizes. No total, foram genotipadas 278 mudas das seis árvores matrizes (três árvores por espécie) correspondentes. Para cada tratamento e árvore matriz, foram obtidas um mínimo de sete e um máximo de 22 mudas (TABELA 2).

Tabela 2 - Relação das árvores matrizes e mudas genotipadas.

Matriz	Espécie	Tratamento	Mudas genotipadas
G13	<i>E. grandis</i>	1	22
		2	22
		5	11
G14	<i>E. grandis</i>	1	9
		2	12
		5	7
G18	<i>E. grandis</i>	1	12
		2	10
		5	13
U21	<i>E. urophylla</i>	1	15
		2	9
		5	19
U25	<i>E. urophylla</i>	1	21
		2	21
		5	22
U26	<i>E. urophylla</i>	1	11
		2	21
		5	21
Total			278

Fonte: Do autor (2019).

As folhas foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados e enviados à empresa Hereditas (Brasília, DF, Brasil) onde as extrações de DNA e as genotipagens foram realizadas. A extração e purificação de DNA foi realizada com o protocolo baseado em CTAB, modificado pela adição de passos anteriores de lavagem do tecido com um tampão sorbitol, conforme descrito por Inglis *et al.* (2018). As genotipagens

foram realizadas com locos microssatélites, publicados por Brondani *et al.* (1998), Brondani e Brondani (2006) e Brondani, Brondani e Grattapaglia (2002). O protocolo de análise dos locos, condições de reação PCR, detecção e genotipagem automatizada, em sequenciador ABI Prism 3100XL, foram realizados conforme descrito por Faria *et al.* (2010).

### 3.6 Análises estatísticas

Conforme descrito acima, durante a condução dos ensaios nos pomares, foram coletados o número de botões florais que vingaram e, posteriormente, o número de frutos com sementes colhidos. Em seguida, as sementes colhidas foram avaliadas quanto à germinação. Finalmente, as mudas produzidas dos tratamentos e matrizes selecionadas foram genotipadas, juntamente com as árvores matrizes para avaliar a taxa de autofecundação.

Após a coleta dos dados para esses caracteres, procedeu-se à análise de variância (ANOVA), para avaliar os efeitos de espécies, tratamentos e interação espécies x tratamentos, utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + T_j + ET_{ij} + \bar{e}_{ij} \quad (1)$$

$Y_{ij}$ : valor observado da Espécie  $i$  no Tratamento  $j$ ;

$\mu$ : constante, representada pela média geral dos dados;

$E_i$ : efeito da Espécie  $i$ ;

$T_j$ : efeito do Tratamento  $j$ ;

$ET_{ij}$ : efeito da interação entre a Espécie  $i$  e o Tratamento  $j$ ;

$\bar{e}_{ij}$ : erro experimental médio.

Detectada significância (5% pelo teste F), para os fatores analisados na ANOVA (espécie, tratamento e interação), procedeu-se a uma análise de comparação de médias dos níveis desses fatores pelo teste Tukey a 5% de significância. As análises estatísticas foram conduzidas no programa “STATISTICA v12”.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados dos parâmetros avaliados estão em quadros nos apêndices, sendo: dados dos botões vingados e frutos colhidos (APÊNDICE B), dados da germinação das sementes (APÊNDICE C) e dados da genotipagem (ANEXO A). A seguir, são apresentados os resultados dos efeitos de espécie, tratamento e interação por meio das Análises de Variância (ANOVA) e gráficos com os resultados dos Testes de Tukey.

### 4.1 Vingamento

O vingamento foi significativamente melhor para a espécie *E. urophylla* em comparação com a espécie *E. grandis* ( $p < 0,05$ ). Dentre as combinações de tratamento por espécies, a espécie *E. urophylla* aparece em sete dentre as dez de maior sucesso para o parâmetro vingamento. No entanto, na mesma análise na Tabela 3, observa-se que para a interação das espécies com os tratamentos não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância, para quantidade de botões florais vingados.

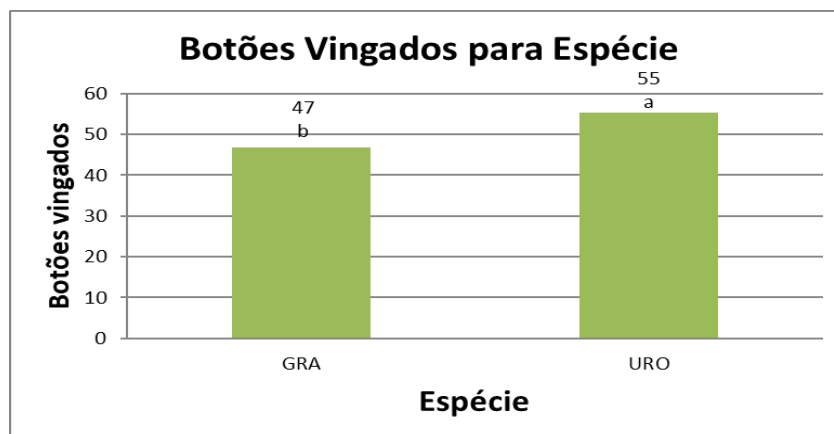
FV	GL	QM	<i>p</i> -value
Espécie	1	7158,8	0,029896
Tratamento	6	3259,9	0,045916
Espécie x Tratamento	6	1650,4	0,364141
Erro	364	1503,3	

Fonte: Do autor (2019).

#### 4.1.1 Vingamento por espécie

A média de botões vingados foi significativamente melhor para a espécie *E. urophylla*, com 55 botões vingados em média, contra 47 botões para a espécie *E. grandis*. Houve diferença estatística no Teste Tukey a 5% de probabilidade (FIGURA 6).

Figura 6 - Média de Botões Vingados por espécie. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.



Fonte: Do autor (2019).

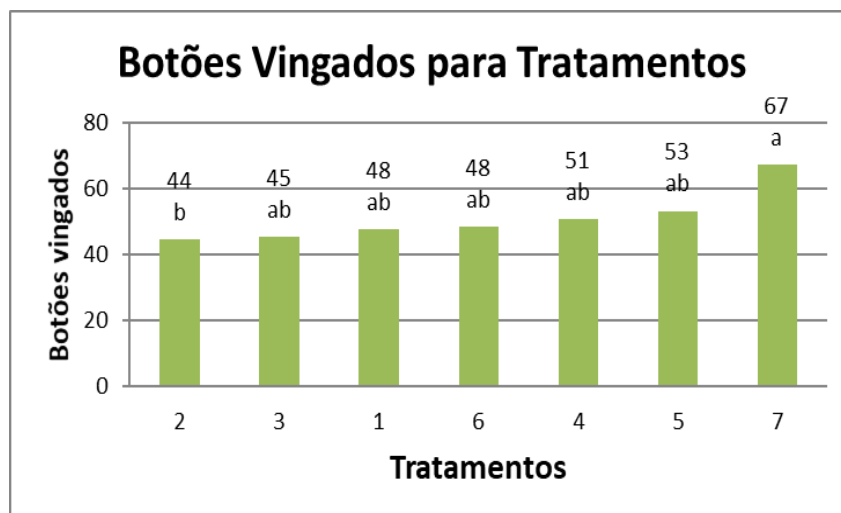
O vingamento depende da aceitação do pólen pela flor. Em trabalho realizado na China, Wu *et al.* (2019) testaram a receptividade de três matrizes de *E. grandis* e outras três de *E. tereticornis*. Foram utilizados nos cruzamentos pólenes de um híbrido e outras quatro espécies, que foram *E. grandis*, *E. pellita*, *E. tereticornis* e *E. urophylla*. Neste trabalho, ficou evidente que a espécie *E. grandis* como mãe foi mais receptiva para diferentes espécies como pais e essa receptividade foi semelhante para as três árvores matrizes utilizadas. Por outro lado, a espécie *E. tereticornis* como mãe tende a ser mais seletiva no que se refere à aceitação pelas outras espécies como genitores masculinos. Além disso, foi observada diferença entre as três árvores matrizes de *E. tereticornis* utilizadas com relação à capacidade de aceitação pelas outras espécies.

#### 4.1.2 Vingamento por tratamento

Analisando os dados de vingamento por tratamento, foi constatado um melhor resultado para o tratamento 7. Vale lembrar que esse é o único tratamento com fecundação cruzada, ou seja, sem autopolinização. Para as outras combinações de tratamentos avaliadas, o tratamento 7 é o que mais aparece entre os melhores resultados. Na análise estatística pelo teste Tukey a 5% probabilidade, é possível constatar uma diferença do tratamento 7, em relação ao tratamento 2. Entre os demais tratamentos, não houve diferenças significativas. O pior vingamento dos botões florais observado no tratamento 2 deve ter ocorrido, em razão da ausência de polinização manual, ou seja, neste tratamento, não houve o pincelamento do

pólen, diretamente no estigma da flor. Em vez disso, o ramo escolhido foi apenas isolado e protegido com o tecido, deixando a autopolinização ocorrer naturalmente (FIGURA 7).

Figura 7 - Média de Botões Vingados por tratamento. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

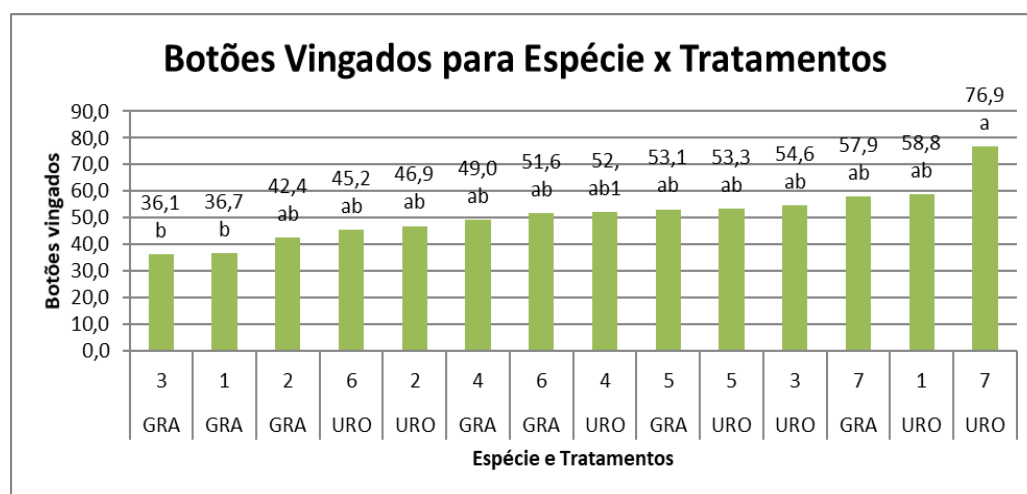


Fonte: Do autor (2019).

#### 4.1.3 Interação espécie x tratamento no vingamento

Como houve interação espécie x tratamento significativa, as combinações de espécies com os tratamentos foram comparadas pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. A espécie *E. urophylla* foi significativamente melhor, em relação à espécie *E. grandis*, possuindo cinco das sete melhores médias para a combinação dos tratamentos com espécies (FIGURA 8). Para o tratamento 2, é possível notar que, embora tenha tido um resultado pior na média dos tratamentos, se considerar-se apenas a espécie *E. grandis* ele foi melhor do que os tratamentos 1 e 3.

Figura 8 - Média de botões vingados por espécie em cada tratamento. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.



Fonte: Do autor (2019).

## 4.2 Frutos Colhidos

O resultado mostrado na Tabela 4, para frutos colhidos, seguiu a mesma tendência observada para o resultado do vingamento. Na comparação entre os tratamentos, o tratamento 7 teve o resultado um pouco melhor para esse parâmetro, enquanto que nos tratamentos de 1 a 6, que são por autopolinização, praticamente, não houve diferença. Houve uma ligeira superioridade da espécie *E. urophylla* em comparação com a espécie *E. grandis*. Mas essa diferença não foi significativa entre os sete tratamentos ( $p > 0,05$ ).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância, para quantidade de frutos colhidos.

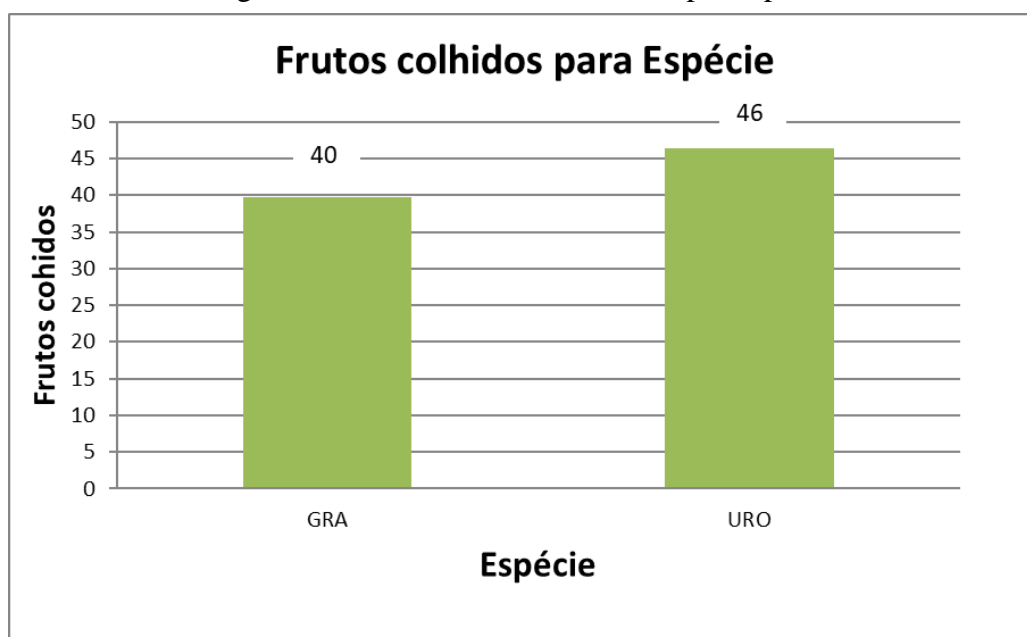
FV	GL	QM	p-value
Espécie	1	4320,9	0,081251
Tratamento	6	2216,0	0,155557
Espécie x Tratamento	6	1174,5	0,546354
Erro	364	1412,9	

Fonte: Do autor (2019).

#### 4.2.1 Frutos colhidos por espécie

O número de frutos colhidos foi maior na espécie *E. urophylla*, tendo ocorrido, em média, em 46 frutos por polinização contra 40 frutos na espécie *E. grandis*. Para as combinações de tratamentos avaliadas, a espécie *E. urophylla* está em 80% dos 10 melhores resultados. (FIGURA 9).

Figura 9 - Média de Frutos Colhidos por espécie.

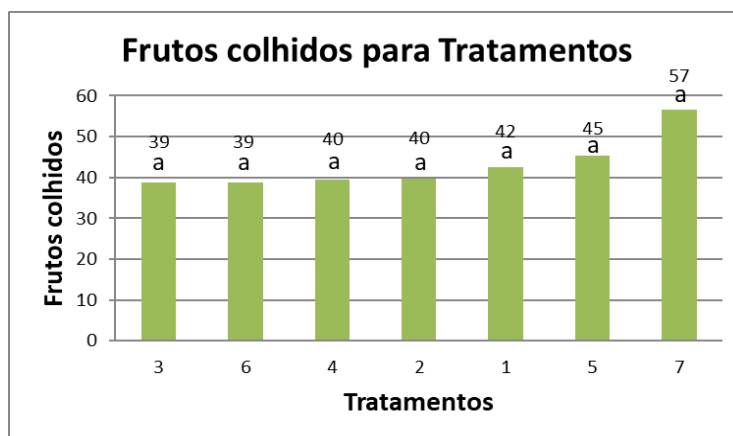


Fonte: Do autor (2019).

#### 4.2.2 Frutos colhidos por tratamento

Em relação aos frutos colhidos por tratamento, o tratamento 7 que é o único com fecundação cruzada foi ligeiramente melhor, mas sem uma diferença significativa em relação aos outros seis tratamentos que foram realizados com autopolinização na análise estatística, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (FIGURA 10).

Figura 10 - Média de Frutos Colhidos por tratamento. Mesmas letras (“a”) acima das barras indicam que não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

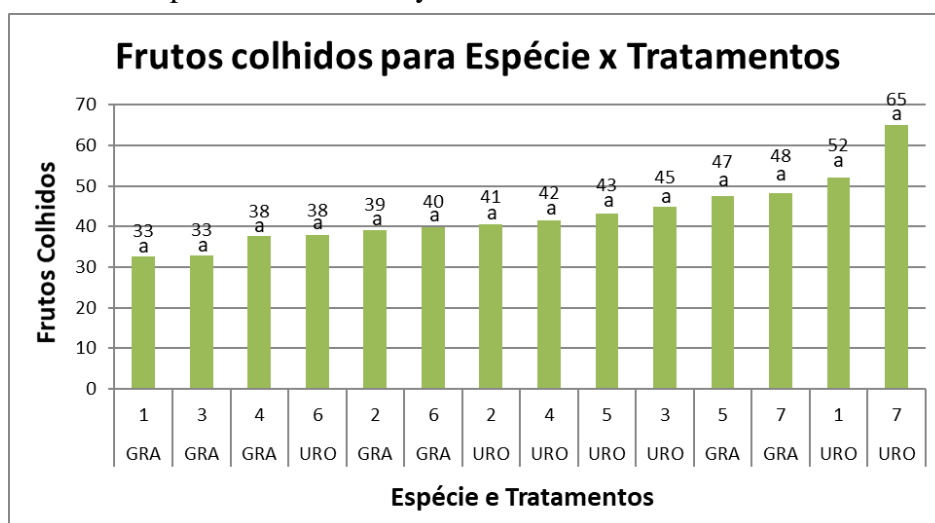


Fonte: Do autor (2019).

#### 4.2.3 Interação espécie x tratamento nos frutos colhidos

Conforme resultado da ANOVA, não houve diferenças significativas da interação espécies x tratamentos nos frutos colhidos. O mesmo pode ser observado na comparação das combinações das espécies pelos tratamentos (FIGURA 11). A diferença um pouco mais favorável para a espécie *E. urophylla*, pode ser notada, uma vez que essa espécie aparece entre os melhores resultados entre as combinações dos tratamentos.

Figura 11 - Média de frutos colhidos por espécie em cada tratamento. Mesmas letras (“a”) acima das barras indicam que não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.



Fonte: Do autor (2019).

### 4.3 Número de tubetes com mudas germinadas

Os resultados de germinação foram gerados, a partir de 11 tubetes semeados por tratamento. Conforme pode ser observado na Tabela 5, houve diferenças significativas para tratamentos, espécie e para a interação espécie x tratamento ( $p < 0,05$ ).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para quantidade de tubetes com mudas germinadas.

FV	GL	QM	<i>p</i> -value
Espécie	1	273,6	0,000000400
Tratamento	6	93,2	0,000000004
Espécie x Tratamento	6	29,3	0,010269143
Erro	300	10,2	

Fonte: Do autor (2019).

#### 4.3.1 Número de tubetes com mudas germinadas por espécie

Analisando os resultados da germinação por espécie, foi observado que a espécie *E. urophylla* teve um melhor resultado, com média de sete tubetes com, pelo menos, uma muda germinada, em relação à espécie *E. grandis*, que teve média de cinco tubetes com, pelo menos, uma muda germinada. Essa diferença foi significativa pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade (FIGURA 12).

Figura 12 - Média de tubetes com mudas germinadas por espécie. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

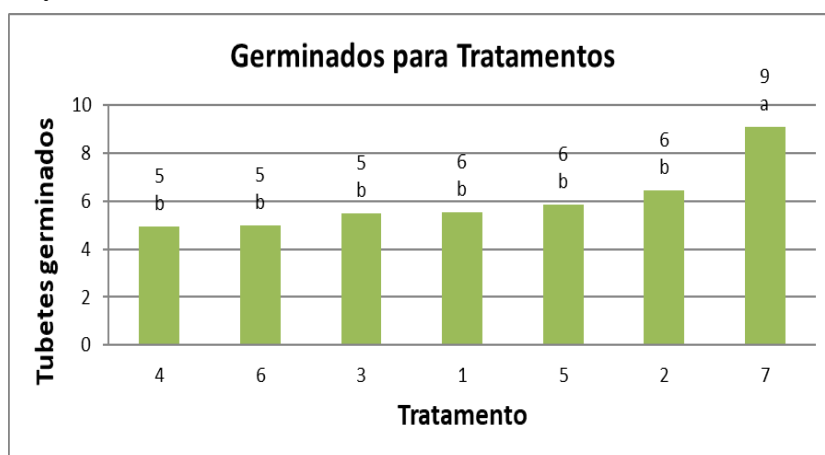


Fonte: Do autor (2019).

### 4.3.2 Número de tubetes com mudas germinadas por tratamento

Analisando o resultado dos tubetes com mudas germinadas por tratamento, houve um destaque positivo para o tratamento 7. Esse tratamento foi, significativamente, melhor que os outros pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (FIGURA 13). Esse resultado é mais um indicativo de que as sementes produzidas por fecundação cruzada, como nesse tratamento 7, tendem a ter melhor capacidade de germinação que as sementes advindas da autofecundação.

Figura 13 - Média de tubetes com mudas germinadas por tratamento. Letras diferentes, acima das barras, indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.



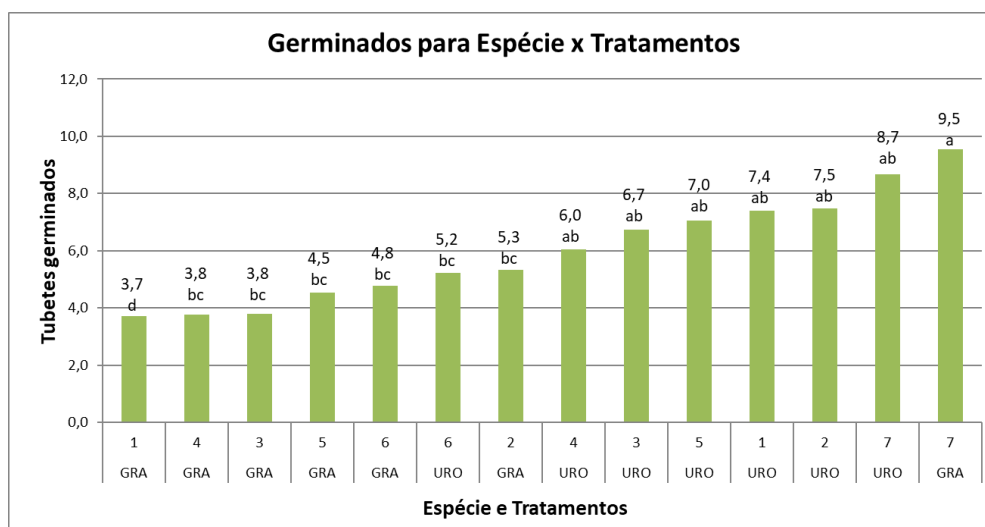
Fonte: Do autor (2019).

### 4.3.3 Número de tubetes com mudas germinadas na interação espécie x tratamento

Como a germinação sofreu interação significativa, as médias das combinações de espécies x tratamentos foram comparadas pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. Foram identificadas diferenças significativas entre as médias, ficando evidente o melhor aproveitamento da espécie *E. urophylla*, em relação à espécie *E. grandis*, sendo superior em todos os dados para o mesmo tratamento (FIGURA 14).



Figura 14 - Média de tubetes germinados por espécie em cada tratamento. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.



Fonte: Do autor (2019).

Sempre que se trabalha com polinização controlada para autofecundação em *Eucalyptus*, são notadas dificuldades, quando comparadas com a polinização controlada para fecundação cruzada. E uma das dificuldades presumíveis é a autoincompatibilidade. Em um trabalho realizado com a espécie *E. globulus*, na Austrália, foi observado que a quantidade de sementes obtidas nas inflorescências autofecundadas é menor quando comparado com a quantidade de sementes obtidas por fecundação cruzada. Essa situação aconteceu tanto para polinização controlada quanto para aquelas originadas de polinização aberta. Essa autoincompatibilidade observada nos autofecundados, provavelmente, se deveu ao mecanismo de ação tardia da formação do tubo polínico e aborto pós-zigótico de óvulos autofertilizados (LIBRA *et al.*, 2002 *apud* MACGOWEN *et al.*, 2010). Para todos os parâmetros avaliados, no presente trabalho, aquele que resultou em diferenças mais significativas entre os tratamentos foi, exatamente, o número de recipientes com plantas germinadas. Para esse parâmetro, o tratamento 7, que foi por fecundação cruzada, mostrou uma diferença mais expressiva em relação aos demais tratamentos que foram por autofecundação.

#### 4.4 Taxa de autofecundação estimada por genotipagem

A partir da genotipagem com marcadores microssatélites, foi possível constatar que não houve tratamento sem contaminação. Verifica-se pela análise de variância (Tabela 6) que

ocorreram diferenças significativas entre as espécies e na interação espécie x tratamento ( $p < 0,05$ ). No entanto, não houve diferenças significativas entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ).

Tabela 6 - Resumo da Análise de Variância da taxa de autofecundação, avaliada com a genotipagem de marcadores microssatélites.

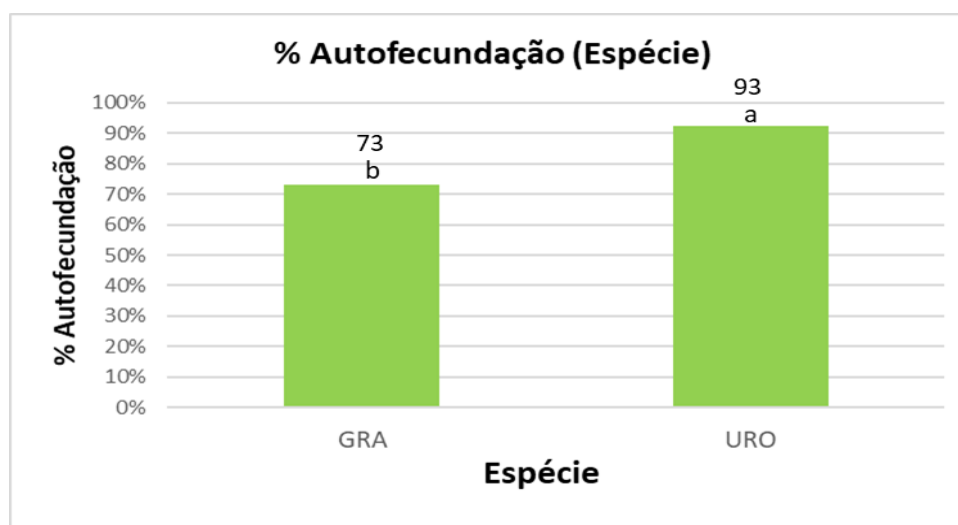
FV	GL	QM	<i>p</i> -value
Espécie	1	2,7414	0,0000034
Tratamento	2	0,0719	0,5548648
Espécie x Tratamento	2	0,5885	0,0086736
Erro	273	0,1218	
Total	278		

Fonte: Do autor (2019).

#### 4.4.1 Taxa de autofecundação estimada para genotipagem por espécie

Os resultados da genotipagem evidenciaram melhor taxa de autofecundação, para a espécie *E. urophylla*, em relação à espécie *E. grandis*, pelo teste Tukey a 5% (FIGURA 15), Na média de plantas genotipadas, a espécie *E. urophylla* apresentou menor percentual de contaminação, nas tentativas de autofecundações, em relação à espécie *E. grandis*.

Figura 15 - Média de autofecundações confirmadas por espécie. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

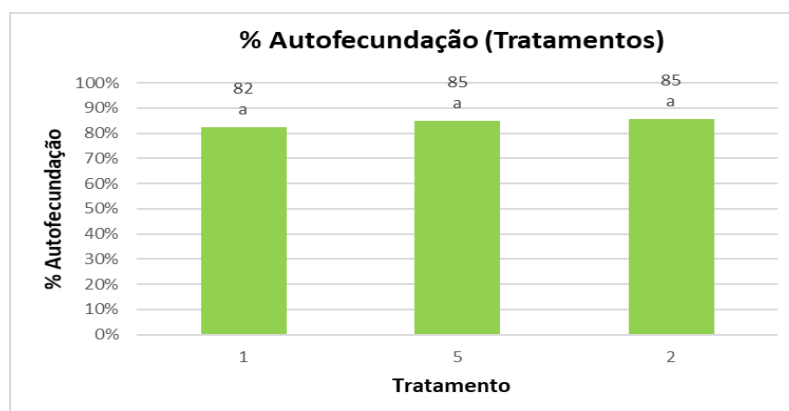


Fonte: Do autor (2019).

#### 4.4.2 Taxa de autofecundação estimada para genotipagem por tratamento

Em relação ao resultado da genotipagem por tratamento, não houve diferenças significativas nas taxas de autofecundação (FIGURA 16). No entanto, houve uma interação significativa entre os tratamentos e as espécies pelo teste Tukey a 5%. Esse resultado mostra que, para os três tratamentos avaliados, a possibilidade de contaminação por pólenes estranhos é praticamente a mesma.

Figura 16 - Média de autofecundações confirmadas por tratamento. Mesmas letras (“a”) acima das barras indicam que não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.



Fonte: Do autor (2019).

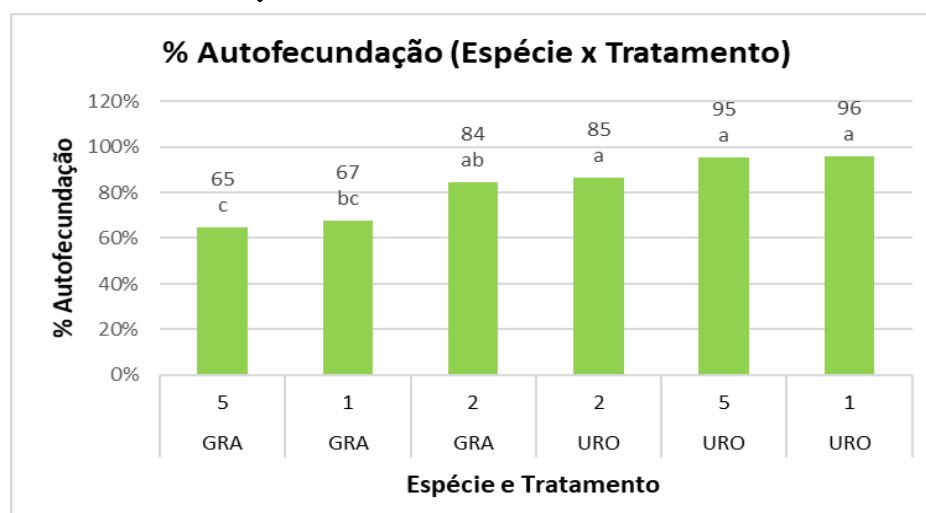
#### 4.4.3 Interação espécie x tratamento na taxa de autofecundação estimada por genotipagem

Comparando os resultados da genotipagem, ficou evidente a melhor taxa de autofecundação para a espécie *E. urophylla*, em relação à espécie *E. grandis* pelo teste Tukey a 5% (FIGURA 17). Além disso, ficou evidente a interação, dado que o efeito dos tratamentos é diferente nas duas espécies. Por exemplo, o tratamento 2 obteve o melhor resultado para *E. grandis*. Já para *E. urophylla*, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, ainda que o melhor tratamento (com maior taxa de autofecundação) tenha sido o tratamento 1. Dessa maneira, o tratamento 2, que foi o melhor para *E. grandis* e não difere, significativamente, dos demais em *E. urophylla*, é um tratamento interessante para ser aplicado na empresa. Esse tratamento foge, totalmente, à atual rotina de autofecundação no programa de melhoramento da CENIBRA. A metodologia utilizada para o tratamento 2 é a

única que não necessita de polinização manual, sendo, portanto, operacionalmente mais fácil e viável. Outra razão, para motivar a mudança operacional das autofecundações, é que a manipulação dos botões florais seria menor, tendo em vista que o tratamento 2 necessita somente da limpeza dos botões florais e colocação do tecido para isolá-lo. Com isso, nesse tratamento, é possível que haja menos injúria nos botões, diminuindo assim as chances de aborto.

Entre as espécies, os melhores resultados de autofecundação ocorreram para *E. urophylla*. Para o tratamento 2, o resultado da genotipagem mostrou resultados bem próximos, quando comparadas as duas espécies, o que pode indicar certa estabilidade na metodologia.

Figura 17 - Média de autofecundações confirmadas por espécie e tratamento. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.



Fonte: Do autor (2019).

Uma variável que poderia ser considerada é o tamanho da inflorescência. Na prática, quando é preciso fazer manipulação floral (o que ocorreu em todos os tratamentos, à exceção do tratamento 2), há sempre a possibilidade de ocorrência de traumas nos componentes da flor. Os danos, geralmente, acontecem com mais frequência em inflorescências menores, que são mais difíceis de serem manipuladas. Randall *et al.* (2014), em um estudo para comportamento reprodutivo em flores pequenas, no caso da espécie *E. argophloia*, procuraram observar o comportamento do tubo polínico em metodologias diferentes de polinização. Eles constataram que o sucesso reprodutivo não era função do desempenho pré-zigótico, ainda que haja barreiras de incompatibilidade do ponto de vista genético. Foram

observadas diferenças significativas na quantidade de sementes obtidas, sendo maior na polinização aberta. Como a quantidade de sementes foi menor e houve mais abortos na metodologia que depende de muita manipulação floral, é possível concluir que houve influência de danos mecânicos, durante a manipulação da inflorescência. O menor tamanho das flores dificulta o trabalho manual para polinização.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho envolveu a realização de um experimento controlado, visando a avaliar diferentes metodologias de proteção de inflorescências em matrizes das duas espécies de *Eucalyptus* com o objetivo de aumentar a eficiência na produção de descendências derivadas de autofecundação. Em geral, foram constatadas pequenas diferenças nas taxas de autofecundação entre os tratamentos aplicados. Apesar do tratamento 2 ter sido o melhor, pelo menos em *E. grandis*, não foi possível definir um ou mais tratamentos como solução definitiva para evitar a contaminação na atividade de autofecundação. Por hora, ainda não é possível oferecer alternativas que proporcionem níveis baixos e seguros de contaminação (<5%) nas autofecundações das duas espécies estudadas. Apesar do tratamento 2 ter diminuído a contaminação em *E. grandis*, essa ainda se encontra acima de 15% nos resultados do presente estudo com essa espécie.

Analisando o comportamento das árvores matrizes para as duas espécies avaliadas, há um resultado pontual com indicativo de melhores resultados para espécie *E. urophylla*. No entanto, foram amostradas somente 18 árvores. Não é possível, portanto, uma afirmação nesse sentido, tendo em vista que a amostragem de matrizes é pequena demais. É possível que isso seja verdade, mas pela pequena amostra pode ter um grande viés na seleção das matrizes. Pode ter efeito da procedência e população original de onde essas árvores foram amostradas, entre outras variáveis.

Com níveis de contaminação obtidos, neste estudo, a produção de sementes por autofecundação ainda precisa passar pela confirmação, por meio da genotipagem das mudas. Para que o trabalho seja feito sem essa necessidade, seria necessário que a metodologia fosse mais confiável. Existem literaturas com relatos de trabalhos para testar metodologias, muitas vezes, com emasculação das inflorescências antes de fazer a polinização. Em um trabalho realizado na África do Sul, foram usadas três metodologias para polinização controlada em árvores das espécies *E. grandis*, *E. smithii* e *E. macarthurii*. Uma vantagem deste trabalho, é que foi feita a genotipagem com marcadores microssatélites para aferir os resultados. Neste trabalho, foi observado que há contaminação acima do aceitável por pólenes estranhos nas três metodologias de polinização. A contaminação foi mais acentuada nas autopolinizações em comparação com a polinização para fecundação cruzada (HORSLEY; JOHNSON; MYBURG, 2009).

Como este trabalho é uma pesquisa aplicada, mesmo com a definição por aplicar a metodologia efetuada no tratamento 2, outras melhorias poderão ser incorporadas, tanto no manejo e manipulação floral quanto nos produtos e materiais que poderão ser testados para melhorias. Há possibilidades de avaliar outras formas de proteção de ramos como, por exemplo, sacos de papel, que são usados com sucesso na cultura do milho. Pensando na interferência de insetos como fontes de contaminação, poderão ser testados inseticidas que possam repelir ou inibir a ação desses agentes. Inclusive, em um trabalho realizado na Austrália, para verificar a taxa de contaminação com pólenes estranhos, a quantidade de retenção de capsula e o rendimento operacional, Bonine, Fuchs e Marino (2015) usaram as espécies *E. grandis* e *E. urophylla*. Para tal, testaram quatro metodologias para fecundação cruzada por polinização controlada. Foram testados métodos com emasculação variando o momento de polinizar e forma de proteção do ramo; a quantidade de pólen utilizada na polinização e também a utilização de inseticida repelente. Para confirmar se as plantas oriundas das sementes obtidas dos cruzamentos não tinham contaminação por pólenes estranhos, foi feita a genotipagem por marcadores microssatélites. Os resultados mostraram que a melhor metodologia é aquela que prevê uma visita apenas na inflorescência com aplicação de uma quantidade maior de pólen e com proteção do ramo por um tecido. Essa metodologia mostrou melhor retenção de capsulas, com maior quantidade de sementes e melhor rendimento operacional. Houve problemas com o repelente, fato que pode estar associado ao produto químico. A metodologia que prevê a manipulação das flores em três visitas pode ter sido comprometida, por ter tido mais agressão para floração, o que pode ter acontecido também na metodologia que consiste na colocação de um canudinho diretamente no estigma polinizado.

O conhecimento de trabalhos anteriores possibilitou a constatação de que qualquer metodologia nova ou melhoria na metodologia atual deverá ser seguida de avaliação dos resultados por genotipagem. A credibilidade para que seja definido uma metodologia de forma segura passa pela confirmação por meio de genotipagens. Por melhor que seja o conhecimento prático, no que diz respeito a identificar uma planta autofecundada por sinais de depressão por endogamia, não há como substituir a confirmação por genotipagem das árvores matrizes e das plantas descendentes. O que se espera com as melhorias ou inovações é que se consiga, pelo menos, 95% de segurança na produção de sementes de autofecundação. Com isso, poderia ser feita genotipagem apenas de forma pontual e direcionada para plantas

cuja arquitetura apresentem um desenvolvimento além do normal para plantas oriundas de sementes de autofecundação.



## 6 CONCLUSÃO

Como não há diferenças significativas entre os tratamentos, a partir de então pode-se optar, como prática, pelo tratamento com maior facilidade operacional. Nesse sentido, as autofecundações serão realizadas, na empresa seguindo o método praticado no “Tratamento 2”, considerando sua facilidade de aplicação e que ainda há possibilidade de evolução, no isolamento, durante a fase de polinização. Para esse tratamento, não há necessidade de colheita prévia e armazenamento de pólen. Além disso, o tratamento 2 também dispensa o trabalho de corte do estigma para posterior deposição dos autopólenes. Com isso, na prática, a execução do trabalho proporciona ganho de tempo e evita que as partes vegetais que compõem a inflorescência sejam agredidas, como pelo corte do opérculo e deposição do pólen, durante a execução do procedimento.

Com base nos resultados obtidos por tratamento e, tendo em vista que o objetivo era identificar o método e material que proporcionasse uma quantidade mínima de contaminação dos autofecundados, a orientação é que a sequência dos trabalhos com autofecundação seja feita com o mesmo método e materiais utilizados no “Tratamento 2”.

Com isso, a partir de agora, deverão ser adquiridos tecidos com espessura que seja o dobro daquela utilizada, até então, para o isolamento dos galhos escolhidos para a autofecundação.

Por fim, a execução da atividade de autofecundação, com o Tratamento 2, seguirá os seguintes passos e ordem:

- a) Escolha da Árvore Matriz para autofecundação;
- b) Escolha do ramo com inflorescência na pré-antese;
- c) Remoção do excesso de folhas e botões florais já abertos;
- d) Lavagem dos botões florais ainda sem abrir;
- e) Contagem e anotação dos botões florais escolhidos;
- f) Fechamento do galho com o tecido não tramado;
- g) Identificação do ramo preparado para autopolinização;
- h) Retirada do tecido de proteção após sete dias;
- i) Contagem dos botões vingados 30 dias após a retirada do tecido;
- j) Após seis meses, coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes;
- k) Produção de mudas para genotipagem;
- l) Amostragem de folhas e genotipagem.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, T. F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 32-51, 1996.
- ASSIS, T. F.; MAFIA, R. G. Hibridação e clonagem. In: BORÉM, A. (ed.). **Biotecnologia florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. p. 93-121.
- BISON, O. **Melhoramento de eucalipto visando à obtenção de clones para a indústrias de celulose**. 2004. 169 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- BONINE, C. A. V.; FUCHS, M. C. P.; MARINO, C. L. Evaluation of efficiency and contamination rates of different controlled pollination methods in *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 657-663, 2015.
- BRONDANI, R. P. V.; BRONDANI, C. **Aplicação de tecnologias genômicas baseadas em marcadores microssatélites para discriminação de cultivares e análise de pureza genética em feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2006. (Comunicado Técnico, 128).
- BRONDANI, R. P. V.; BRONDANI, C.; GRATTAPAGLIA, D. Towards a genus-wide reference map for *Eucalyptus* based exclusively on highly informative microsatellites markers. **Molecular Genetics and Genomics**, Berlin, v. 267, p. 338-347, 2002.
- BRONDANI, R. P. V. *et al.* Development, characterization and mapping of microsatellite markers in *Eucalyptus grandis* and *E. urophylla*. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 97, p. 816-827, 1998.
- BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. 2. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2001.
- CAIXETA, J. P. S. **Diversidade e divergência genética em clones de *Eucalyptus spp.* sob teste em Goiás**. 2016. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.
- CAMPINHOS, E. N. *et al.* Interspecific ization and inbreeding effect in seed from a *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* clonal orchard in Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 369-374, Sept. 1998.
- CHAIKAM, V. *et al.* Doublet haploid technology for line development in maize technical advances and projects. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 132, p. 3227-3243, 2019.
- ELDRIDGE, K. *et al.* **Eucalypt domestication and breeding**. New York: Oxford University Press, 1993.

ESTOPA, R. A. **Comparação de desempenho no viveiro e no campo dos descendentes de clones de *Eucalyptus* spp. autofecundados e cruzados**. 2006. 60 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FARIA, D. A. *et al.* A selected set of EST-derived microsatellites, polymorphic and transferable across 6 species of *Eucalyptus*. **The Journal of Heredity**, New York, v. 101, n. 4, p. 512-520, July/Aug. 2010.

FONSECA, S. M. *et al.* **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. 200 p.

GAIOTTO, F. A.; BRAMUCCI, M.; GRATTAPAGLIA, D. Estimation of outcrossing rate in a breeding population of *Eucalyptus urophylla* with dominant RAPD and AFLP markers. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 95, n. 5/6, p. 842-849, 1997.

GRATTAPAGLIA, D. Integrating genomics into *Eucalyptus* breeding. **Genetics and Molecular Research**, Oxford, v. 3, n. 3, p. 369-379, Sept. 2004.

HARDNER, C. M.; POTTS, B. M. **Inbreeding depression and changes in variation after selfing in *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus***. Tasmania: University of Tasmania, 1995.

HEDRICK, W. P.; HEESTEN, U.; GRATTAPAGLIA, D. Examining the cause of high inbreeding depression: analysis of whole-genome sequence data in 28 selfed progeny of *Eucalyptus grandis*. **The New Phytologist**, London, v. 209, p. 607-610, 2015.

HERÉDITAS TECNOLOGIA EM ANÁLISE DE DNA LTDA. **[Dados da genotipagem por marcadores microssatélites]**. Brasília, DF: Heréditas Tecnologia em Análise de DNA Ltda, 2019.

HORSLEY, N. T.; JOHNSON, D. S.; MYNURG, A. A. Comparison of different control-pollination techniques for small-flowered eucalypts. **New Forests**, Dordrecht, v. 39, p. 75-88, 2009.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Ibá 2019**. Brasília, DF: IBÁ, 2019. Disponível em: <http://www.iba.org>. Acesso em: 10 jan. 2020.

INGLIS, P. W. *et al.* Fast and inexpensive protocols for consistent extraction of high quality DNA and RNA from challenging plant and fungal samples for highthroughput SNP genotyping and sequencing applications. **PLoS One**, San Francisco, v. 13, n. 10, p. 2-5, 2018.

MCGOWEN, H. M. *et al.* Sources of variation in self-incompatibility in the Australian forest tree, *Eucalyptus globulus*. **Annals of Botany**, London, v. 105, p. 737-745, 2010.

NICKOLAS, H. *et al.* Inbreeding depression and differential maladaptation shape the fitness trajectory of two co-occurring *Eucalyptus* species. **Annals of Forest Science**, Les Ulis, v. 76, n. 10, p. 3-11, 2019.

PIERRE, P. M. O. *et al.* Duplo-haplóides: estratégias para obtenção e importância no melhoramento genético do milho. **Revista Brasileira do Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 1, p. 1-16, 2011.

PINTO JÚNIOR, J. E.; GARLIPP, R. C. D. Eucalipto. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, p. 801-822.

POTTS, B.; GORE, P. **Reproductive biology and controlled pollination of Eucalyptus: a review**. Hobart: University of Tasmania, 1995. 68 p.

QUEIROZ, L. R. S.; BARRICELO, L. E. G. **O eucalipto um século no Brasil**. São Paulo: Neoband Soluções, 2007. 127 p.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2010. 300 p.

RANDALL, B. W. *et al.* Comparison of three pollination methods for *Eucalyptus argophloia*, a small-flowered eucalypt. **Annals of Forest Science**, Les Ulis, v. 72, p. 127-133, 2014.

RESENDE, M. D. V. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 57 p.

REZENDE, G. D. S. P.; RESENDE, M. D. V.; ASSIS, T. F. Eucalyptus breeding for clonal forestry. In: FENNING, T. M. (org.). **Challenges and opportunities for the world's forests in the 21st century: forestry sciences**. Dordrecht: Springer Science, 2014. p. 393-424.

RUY, O. F.; FERREIRA, M.; TOMAZELLO FILHO, T. M. Variação da qualidade da madeira entre grupos fenotípicos de clones de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 60, p. 21-27, 2001.

SILVA, J. C. *et al.* The effects of age and environment on the expression of inbreeding depression in *Eucalyptus globulus*. **Heredity**, London, v. 107, n. 1, p. 50-60, Jan. 2010.

SILVA, J. C.; HARDNER, C.; POTTS, B. M. Genetic variation and parental performance under inbreeding for growth in *Eucalyptus globulus*. **Annals of Forest Science**, Les Ulis, v. 67, p. 3-7, 2010.

SIQUEIRA, L. **Variabilidade genética de população selecionada e teste de paternidade de uma progênie de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 2009. 40 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2009.

TONACO, I. A. N. **Macho esterilidade em *Eucalyptus urophylla***. 2018. 51 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

VENCOVSKY, R.; RAMALHO, M. A. P. Contribuições do melhoramento genético de plantas no Brasil. In: PATERNIANI, E. (ed.). **Agricultura brasileira e pesquisa agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa, 2000. p. 57-89.

WU, S. *et al.* Variation of Pollination Rate on *Eucalyptus grandis* and *E. tereticornis*.  
**International Journal of Genetics and Genomics**, Guangzhou, v. 7, n. 3, p. 67-71, Sept.  
2019.

## APÊNDICE A - CIRCULAR TÉCNICA

CIRCULAR TÉCNICA MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL - CENIBRA



**CIRCULAR  
TÉCNICA CNB 02**

**Autor:**  
João Edésio de Sousa

### MÉTODOS DE ISOLAMENTO DE INFLORESCÊNCIAS PARA MELHORAR A EFICIÊNCIA DAS AUTOFECCUNDAÇÕES EM *Eucalyptus* spp.

#### INTRODUÇÃO

O Programa de Melhoramento de *Eucalyptus* da Cenibra, vem tentando autofecundar genitores pré-selecionados, para eliminar, pelo menos em parte, a carga genética, fixar alelos favoráveis e, assim, melhorar a produtividade de híbridos. O Trabalho é feito em Pomares de Híbridação com controle e manejo de copa e através da polinização controlada (Figura 1). No entanto a taxa de sucesso nessas autofecundações não tem sido alta, devido à contaminações com pólenes indesejados. A média atual de autofecundações confirmadas é 53%. Essa situação pressupõe o custo com genotipagem das mudas para garantir a fidelidade da autofecundação pretendida.

Esse trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar diferentes métodos de isolamento de ramos para a geração de progênies de autofecundação em *Eucalyptus* sem contaminação por pólenes estranhos ao processo. Com isso, buscou-se uma maneira de evitar o custo da genotipagem de todas as mudas provenientes do trabalho de autofecundação.



Figura 1 – Pomar de Híbridação de Campo e polinização controlada

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram estabelecidos sete tratamentos para autofecundação, com suas respectivas variações (tabela 1). Os trabalhos de polinização controlada são realizados, em Pomares de Híbridação de Campo, utilizando-se o método conhecido como Protoginia Artificialmente Induzida (PAI). Esse método consiste

em um corte na extremidade do opérculo, eliminando também o estigma das flores, tornando o estilete imediatamente receptivo para a germinação dos grãos de pólen (ASSIS; MAFIA, 2007). A exceção foi o tratamento 2, que consiste somente em lavar os botões florais na pré-antese e proteger o galho com um tecido para verificar a hipótese de que as inflorescências se autofecundem naturalmente. Os tratamentos foram realizados em três galhos diferentes de cada árvore para constituírem três diferentes repetições de 100 botões florais cada uma. A escolha das árvores matrizes foi feita considerando aquelas que estavam, naquele momento, com floração no estágio ideal para polinização. A maior parte dessas matrizes já eram conhecidas quanto à tolerância à geração de progênies por autofecundação por terem passado por análises anteriores baseadas em verificação por genotipagem com microssatélites. (Tabela2). Durante a condução dos ensaios nos pomares, foram contados o número de botões florais que vingaram e, posteriormente, o número

**Tabela 1 - Detalhes dos tratamentos utilizados**

Tratamento	Tipo de material	Espessura e dimensão	Tipo de Polinização
1	Tecido	Fino (30 cm)	Método PAI
2	Tecido	Grosso (60 cm)	Sem polinizar
3	Tecido	Fino (60 cm)	Método PAI
4	Tecido	Fino duas camadas	Método PAI
5	Tecido	Grosso (60 cm)	Método PAI
6	Plástico	Fino (60cm)	Método PAI
7	Nenhum	-	Método PAI

**Tabela 2 - Relação das árvores matrizes selecionadas**

Matriz	Espécie	Quantidade de mudas descendentes	Autofecundação confirmada	Autofecundação não
G11	<i>E. grandis</i>	1	1	0
G12	<i>E. grandis</i>	7	6	1
G13	<i>E. grandis</i>	16	16	0
G14	<i>E. grandis</i>	5	3	2
G15	<i>E. grandis</i>	2	1	1
G16	<i>E. grandis</i>	19	17	2
G17	<i>E. grandis</i>	20	0	20
G18	<i>E. grandis</i>	20	5	15
G19	<i>E. grandis</i>	18	1	17
U20	<i>E. urophylla</i>	2	2	0
U21	<i>E. urophylla</i>	14	14	0
U22	<i>E. urophylla</i>	0	0	0
U23	<i>E. urophylla</i>	0	0	0
U24	<i>E. urophylla</i>	19	14	5
U25	<i>E. urophylla</i>	20	16	4
U26	<i>E. urophylla</i>	0	0	0
U27	<i>E. urophylla</i>	20	0	20
U28	<i>E. urophylla</i>	30	4	26

## CIRCULAR TÉCNICA MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL- CENIBRA

de frutos com sementes colhidos. Em seguida, as sementes colhidas foram avaliadas quanto à germinação. Finalmente, as mudas produzidas dos tratamentos e matrizes selecionadas foram genotipadas juntamente com as árvores matrizes para avaliar a taxa de autofecundação. As genotipagens foram realizadas somente nos tratamentos 1, 2 e 5, por questões de custo. Foram feitas com locos microssatélites, publicados por Brondani, Brondani e Grattapaglia (2002). Após a coleta dos dados para esses caracteres, procedeu-se à análise de variância (ANOVA), para avaliar os efeitos de espécies, tratamentos e interação espécies x tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme verificado nos resultados durante o processo, nos tratamentos de 1 a 7, não foram constatadas diferenças significativas no número de botões vingados, no número de frutos colhidos e na quantidade de tubetes germinados. Já os resultados obtidos na genotipagem evidenciaram melhor taxa de autofecundação, para a espécie *E. urophylla*, em relação à espécie *E. grandis*, para os três tratamentos, pelo teste Tukey a 5% (Figura 2).

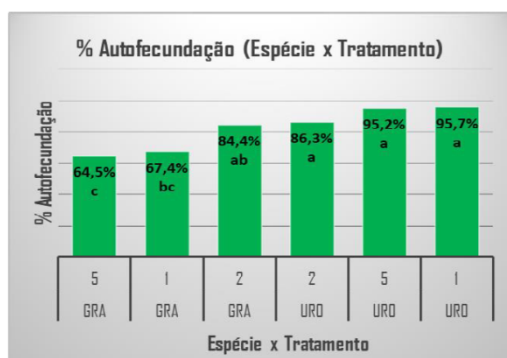


Figura 2 – Média de autofecundações confirmadas por espécie e tratamento. Letras diferentes dentro das barras indicam diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Em relação ao resultado da genotipagem por tratamento, não houve diferenças significativas nas taxas de autofecundação (FIGURA 3). Dessa maneira, o tratamento 2, que foi o melhor para *E. grandis* e não difere significativamente dos demais em *E. urophylla*, é um tratamento interessante para ser aplicado na empresa daqui em diante. Esse tratamento foge totalmente à atual rotina de autofecundação no programa de melhoramento da Cenibra.

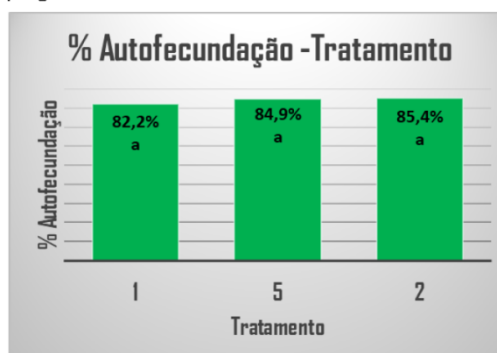


Figura 3 – Média de autofecundações confirmadas por tratamento. Mesmas letras ("a") dentro das barras indicam que não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram realizados diferentes tratamentos para diminuir as contaminações nas autofecundações dos *Eucalyptus* no Programa de Melhoramento Genético da CENIBRA. Em geral, foram constatadas pequenas diferenças nas taxas de autofecundação entre os tratamentos aplicados. Com isso não foi possível definir um ou mais tratamentos como solução definitiva para evitar a contaminação na atividade de autofecundação. Por hora, ainda não é possível oferecer alternativas que proporcionem níveis baixos e seguros de contaminação (<5%) nas autofecundações das duas espécies estudadas.



## CIRCULAR TÉCNICA MELHORAMENTO GENÉTICO FLORESTAL- CENIBRA

Esse resultado, apesar de inesperado, é útil para a empresa. Como não há diferenças significativas entre os tratamentos, pode-se optar, como prática, a partir de então, pelo tratamento com maior facilidade operacional. A partir disso, as autofecundações serão realizadas na empresa seguindo o método praticado, no "Tratamento 2", considerando sua facilidade de aplicação e que ainda há possibilidade de evolução, no isolamento, durante a fase de polinização. Para esse tratamento, não há manipulação de pólen para execução, ou seja, não precisa de uma colheita prévia e armazenamento de pólen. Além disso, o tratamento 2 também dispensa o trabalho de corte do estigma para posterior deposição dos autopólenos.

Com isso, na prática, a execução do trabalho proporciona ganho de tempo e evita que as partes vegetais que compõem a inflorescência sejam agredidas, como pelo corte do opérculo e deposição do pólen durante a execução do procedimento.

### Reorientação do Trabalho de Autofecundação no Programa de Melhoramento da Cenibra

Com base nos resultados obtidos, a orientação é que a sequência dos trabalhos com autofecundação seja feita com o mesmo método e materiais utilizados no Tratamento 2, conforme o fluxograma da Figura 4.



Figura 4 – Fluxograma para atividades de autofecundação

### Referências Bibliográficas

ASSIS, T. F.; MAFIA, R. G. Hibridação e clonagem. In: BORÉM, A. (Ed.). *Biotecnologia florestal*. Viçosa: Ed. UFV, 2007. p. 93-121.

BRONDANI, R. P. V.; BRONDANI, C.; GRATTAPAGLIA, D. Towards a genus-wide reference map for *Eucalyptus* based exclusively on highly informative microsatellites markers. *Molecular Genetics and Genomics*, Berlin, v. 267, p. 338-347, 2002.

SOUSA, J.E. Métodos de isolamento de inflorescências para melhorar a eficiência das autofecundações em *Eucalyptus* spp. Circular Técnica – CENIBRA, Nº 2, 2020.

**APÊNDICE B - DADOS DE BOTÕES VINGADOS E FRUTOS COLHIDOS POR  
ÁRVORE MATRIZ**

Quadro1 - Dados das árvores matrizes com as quantidades de botões polinizados, botões vingados e frutos colhidos por tratamento. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Quantidade de botões polinizados	Quantidade média de botões vingados por tratamento	Quantidade média de frutos colhidos por tratamento
G11	<i>E. grandis</i>	1	100	97	88
G11	<i>E. grandis</i>	2	100	96	90
G11	<i>E. grandis</i>	3	100	97	92
G11	<i>E. grandis</i>	4	100	93	84
G11	<i>E. grandis</i>	5	100	98	95
G11	<i>E. grandis</i>	6	100	72	54
G11	<i>E. grandis</i>	7	100	113	92
G12	<i>E. grandis</i>	1	100	34	30
G12	<i>E. grandis</i>	2	100	19	14
G12	<i>E. grandis</i>	3	100	39	35
G12	<i>E. grandis</i>	4	100	65	10
G12	<i>E. grandis</i>	5	100	28	26
G12	<i>E. grandis</i>	6	100	56	35
G12	<i>E. grandis</i>	7	100	26	24
G13	<i>E. grandis</i>	1	100	24	20
G13	<i>E. grandis</i>	2	100	50	42
G13	<i>E. grandis</i>	3	100	15	10
G13	<i>E. grandis</i>	4	100	56	48
G13	<i>E. grandis</i>	5	100	76	69
G13	<i>E. grandis</i>	6	100	55	49
G13	<i>E. grandis</i>	7	100	103	89
G16	<i>E. grandis</i>	1	100	0	0
G16	<i>E. grandis</i>	2	100	0	0
G16	<i>E. grandis</i>	3	100	0	0
G16	<i>E. grandis</i>	4	100	33	33
G16	<i>E. grandis</i>	5	100	0	0
G16	<i>E. grandis</i>	6	100	0	0
G16	<i>E. grandis</i>	7	100	9	7

Quadro1 - Dados das árvores matrizes com as quantidades de botões polinizados, botões vingados e frutos colhidos por tratamento. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Quantidade de botões polinizados	Quantidade média de botões vingados por tratamento	Quantidade média de frutos colhidos por tratamento
G15	<i>E. grandis</i>	1	100	82	79
G15	<i>E. grandis</i>	2	100	69	60
G15	<i>E. grandis</i>	3	100	79	79
G15	<i>E. grandis</i>	4	100	72	66
G15	<i>E. grandis</i>	5	100	113	111
G15	<i>E. grandis</i>	6	100	97	81
G15	<i>E. grandis</i>	7	100	115	100
G14	<i>E. grandis</i>	1	100	8	7
G14	<i>E. grandis</i>	2	100	9	9
G14	<i>E. grandis</i>	3	100	4	3
G14	<i>E. grandis</i>	4	100	3	2
G14	<i>E. grandis</i>	5	100	4	2
G14	<i>E. grandis</i>	6	100	7	3
G14	<i>E. grandis</i>	7	100	5	4
G19	<i>E. grandis</i>	1	100	39	32
G19	<i>E. grandis</i>	2	100	90	89
G19	<i>E. grandis</i>	3	100	42	33
G19	<i>E. grandis</i>	4	100	34	26
G19	<i>E. grandis</i>	5	100	106	85
G19	<i>E. grandis</i>	6	100	62	50
G19	<i>E. grandis</i>	7	100	53	33
G17	<i>E. grandis</i>	1	100	34	27
G17	<i>E. grandis</i>	2	100	44	43
G17	<i>E. grandis</i>	3	100	48	44
G17	<i>E. grandis</i>	4	100	84	69
G17	<i>E. grandis</i>	5	100	42	31
G17	<i>E. grandis</i>	6	100	85	57
G17	<i>E. grandis</i>	7	100	51	39

Quadro1 - Dados das árvores matrizes com as quantidades de botões polinizados, botões vingados e frutos colhidos por tratamento. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Quantidade de botões polinizados	Quantidade média de botões vingados por tratamento	Quantidade média de frutos colhidos por tratamento
G18	<i>E. grandis</i>	1	100	12	12
G18	<i>E. grandis</i>	2	100	5	5
G18	<i>E. grandis</i>	3	100	1	0
G18	<i>E. grandis</i>	4	100	1	0
G18	<i>E. grandis</i>	5	100	11	9
G18	<i>E. grandis</i>	6	100	31	30
G18	<i>E. grandis</i>	7	100	45	44
U22	<i>E. urophylla</i>	1	100	83	68
U22	<i>E. urophylla</i>	2	100	21	16
U22	<i>E. urophylla</i>	3	100	59	37
U22	<i>E. urophylla</i>	4	100	70	67
U22	<i>E. urophylla</i>	5	100	48	22
U22	<i>E. urophylla</i>	6	100	101	94
U22	<i>E. urophylla</i>	7	100	84	66
U20	<i>E. urophylla</i>	1	100	5	5
U20	<i>E. urophylla</i>	2	100	30	30
U20	<i>E. urophylla</i>	3	100	2	2
U20	<i>E. urophylla</i>	4	100	5	5
U20	<i>E. urophylla</i>	5	100	5	4
U20	<i>E. urophylla</i>	6	100	4	4
U20	<i>E. urophylla</i>	7	100	2	2
U21	<i>E. urophylla</i>	1	100	51	33
U21	<i>E. urophylla</i>	2	100	46	45
U21	<i>E. urophylla</i>	3	100	28	24
U21	<i>E. urophylla</i>	4	100	59	10
U21	<i>E. urophylla</i>	5	100	68	60
U21	<i>E. urophylla</i>	6	100	75	73
U21	<i>E. urophylla</i>	7	100	96	96

Quadro1 - Dados das árvores matrizes com as quantidades de botões polinizados, botões vingados e frutos colhidos por tratamento. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Quantidade de botões polinizados	Quantidade média de botões vingados por tratamento	Quantidade média de frutos colhidos por tratamento
U23	<i>E. urophylla</i>	1	100	39	36
U23	<i>E. urophylla</i>	2	100	4	3
U23	<i>E. urophylla</i>	3	100	23	16
U23	<i>E. urophylla</i>	4	100	17	4
U23	<i>E. urophylla</i>	5	100	6	5
U23	<i>E. urophylla</i>	6	100	4	4
U23	<i>E. urophylla</i>	7	100	84	83
U25	<i>E. urophylla</i>	1	100	82	82
U25	<i>E. urophylla</i>	2	100	63	45
U25	<i>E. urophylla</i>	3	100	91	77
U25	<i>E. urophylla</i>	4	100	89	78
U25	<i>E. urophylla</i>	5	100	107	106
U25	<i>E. urophylla</i>	6	100	66	62
U25	<i>E. urophylla</i>	7	100	73	67
U24	<i>E. urophylla</i>	1	100	94	89
U24	<i>E. urophylla</i>	2	100	73	61
U24	<i>E. urophylla</i>	3	100	90	86
U24	<i>E. urophylla</i>	4	100	58	54
U24	<i>E. urophylla</i>	5	100	41	27
U24	<i>E. urophylla</i>	6	100	34	14
U24	<i>E. urophylla</i>	7	100	95	78
U26	<i>E. urophylla</i>	1	100	63	54
U26	<i>E. urophylla</i>	2	100	79	70
U26	<i>E. urophylla</i>	3	100	71	63
U26	<i>E. urophylla</i>	4	100	55	52
U26	<i>E. urophylla</i>	5	100	92	78
U26	<i>E. urophylla</i>	6	100	78	50
U26	<i>E. urophylla</i>	7	100	86	46

Quadro1 - Dados das árvores matrizes com as quantidades de botões polinizados, botões vingados e frutos colhidos por tratamento. (conclusão)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Quantidade de botões polinizados	Quantidade média de botões vingados por tratamento	Quantidade média de frutos colhidos por tratamento
U27	<i>E. urophylla</i>	1	100	15	5
U27	<i>E. urophylla</i>	2	100	6	0
U27	<i>E. urophylla</i>	3	100	22	7
U27	<i>E. urophylla</i>	4	100	14	2
U27	<i>E. urophylla</i>	5	100	34	12
U27	<i>E. urophylla</i>	6	100	6	1
U27	<i>E. urophylla</i>	7	100	69	45
U28	<i>E. urophylla</i>	1	100	97	97
U28	<i>E. urophylla</i>	2	100	100	96
U28	<i>E. urophylla</i>	3	100	107	91
U28	<i>E. urophylla</i>	4	100	102	102
U28	<i>E. urophylla</i>	5	100	78	74
U28	<i>E. urophylla</i>	6	100	38	38
U28	<i>E. urophylla</i>	7	100	103	102

Fonte: Do autor (2019).

### APÊNDICE C - DADOS DA GERMINAÇÃO POR ÁRVORE MATRIZ

Quadro 2 - Dados das árvores matrizes com a quantidade de recipientes semeados e a quantidade de plantas obtidas por tratamento. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Quantidade de recipientes semeados	Quantidade média de plantas obtidas por tratamento
G11	<i>E. grandis</i>	1	11	2
G11	<i>E. grandis</i>	2	11	3
G11	<i>E. grandis</i>	3	11	1
G11	<i>E. grandis</i>	4	11	6
G11	<i>E. grandis</i>	5	11	4
G11	<i>E. grandis</i>	6	11	3
G11	<i>E. grandis</i>	7	11	6
G12	<i>E. grandis</i>	1	11	4
G12	<i>E. grandis</i>	2	11	5
G12	<i>E. grandis</i>	3	11	7
G12	<i>E. grandis</i>	4	11	4
G12	<i>E. grandis</i>	5	11	5
G12	<i>E. grandis</i>	6	11	7
G12	<i>E. grandis</i>	7	11	11
G13	<i>E. grandis</i>	1	11	5
G13	<i>E. grandis</i>	2	11	8
G13	<i>E. grandis</i>	3	11	5
G13	<i>E. grandis</i>	4	11	6
G13	<i>E. grandis</i>	5	11	6
G13	<i>E. grandis</i>	6	11	10
G13	<i>E. grandis</i>	7	11	11
G16	<i>E. grandis</i>	1	*	*
G16	<i>E. grandis</i>	2	*	*
G16	<i>E. grandis</i>	3	*	*
G16	<i>E. grandis</i>	4	11	1
G16	<i>E. grandis</i>	5	*	*
G16	<i>E. grandis</i>	6	*	*
G16	<i>E. grandis</i>	7	*	*

Quadro 2 - Dados das árvores matrizes com a quantidade de recipientes semeados e a quantidade de plantas obtidas por tratamento. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Quantidade de recipientes semeados	Quantidade média de plantas obtidas por tratamento
G15	<i>E. grandis</i>	1	11	2
G15	<i>E. grandis</i>	2	11	5
G15	<i>E. grandis</i>	3	11	2
G15	<i>E. grandis</i>	4	11	3
G15	<i>E. grandis</i>	5	11	2
G15	<i>E. grandis</i>	6	11	1
G15	<i>E. grandis</i>	7	11	11
G14	<i>E. grandis</i>	1	11	4
G14	<i>E. grandis</i>	2	11	4
G14	<i>E. grandis</i>	3	11	5
G14	<i>E. grandis</i>	4	11	4
G14	<i>E. grandis</i>	5	11	4
G14	<i>E. grandis</i>	6	11	3
G14	<i>E. grandis</i>	7	11	5
G19	<i>E. grandis</i>	1	11	3
G19	<i>E. grandis</i>	2	11	5
G19	<i>E. grandis</i>	3	11	2
G19	<i>E. grandis</i>	4	11	2
G19	<i>E. grandis</i>	5	11	2
G19	<i>E. grandis</i>	6	11	3
G19	<i>E. grandis</i>	7	11	9
G17	<i>E. grandis</i>	1	11	1
G17	<i>E. grandis</i>	2	11	8
G17	<i>E. grandis</i>	3	11	5
G17	<i>E. grandis</i>	4	11	3
G17	<i>E. grandis</i>	5	11	7
G17	<i>E. grandis</i>	6	11	5
G17	<i>E. grandis</i>	7	11	9



Quadro 2 - Dados das árvores matrizes com a quantidade de recipientes semeados e a quantidade de plantas obtidas por tratamento. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Quantidade de recipientes semeados	Quantidade média de plantas obtidas por tratamento
G18	<i>E. grandis</i>	1	11	8
G18	<i>E. grandis</i>	2	11	6
G18	<i>E. grandis</i>	3	*	*
G18	<i>E. grandis</i>	4	*	*
G18	<i>E. grandis</i>	5	11	7
G18	<i>E. grandis</i>	6	11	6
G18	<i>E. grandis</i>	7	11	11
U22	<i>E. urophylla</i>	1	11	9
U22	<i>E. urophylla</i>	2	11	6
U22	<i>E. urophylla</i>	3	11	8
U22	<i>E. urophylla</i>	4	11	11
U22	<i>E. urophylla</i>	5	11	7
U22	<i>E. urophylla</i>	6	11	8
U22	<i>E. urophylla</i>	7	11	11
U20	<i>E. urophylla</i>	1	11	3
U20	<i>E. urophylla</i>	2	11	11
U20	<i>E. urophylla</i>	3	11	2
U20	<i>E. urophylla</i>	4	11	5
U20	<i>E. urophylla</i>	5	11	2
U20	<i>E. urophylla</i>	6	11	2
U20	<i>E. urophylla</i>	7	11	4
U21	<i>E. urophylla</i>	1	11	10
U21	<i>E. urophylla</i>	2	11	3
U21	<i>E. urophylla</i>	3	11	8
U21	<i>E. urophylla</i>	4	11	2
U21	<i>E. urophylla</i>	5	11	7
U21	<i>E. urophylla</i>	6	11	8
U21	<i>E. urophylla</i>	7	11	11

Quadro 2 - Dados das árvores matrizes com a quantidade de recipientes semeados e a quantidade de plantas obtidas por tratamento. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Quantidade de recipientes semeados	Quantidade média de plantas obtidas por tratamento
U23	<i>E. urophylla</i>	1	11	11
U23	<i>E. urophylla</i>	2	11	7
U23	<i>E. urophylla</i>	3	11	11
U23	<i>E. urophylla</i>	4	11	6
U23	<i>E. urophylla</i>	5	11	9
U23	<i>E. urophylla</i>	6	11	9
U23	<i>E. urophylla</i>	7	11	11
U25	<i>E. urophylla</i>	1	11	11
U25	<i>E. urophylla</i>	2	11	11
U25	<i>E. urophylla</i>	3	11	10
U25	<i>E. urophylla</i>	4	11	9
U25	<i>E. urophylla</i>	5	11	11
U25	<i>E. urophylla</i>	6	11	11
U25	<i>E. urophylla</i>	7	11	11
U24	<i>E. urophylla</i>	1	11	7
U24	<i>E. urophylla</i>	2	11	7
U24	<i>E. urophylla</i>	3	11	5
U24	<i>E. urophylla</i>	4	11	7
U24	<i>E. urophylla</i>	5	11	10
U24	<i>E. urophylla</i>	6	11	2
U24	<i>E. urophylla</i>	7	11	9
U26	<i>E. urophylla</i>	1	11	10
U26	<i>E. urophylla</i>	2	11	11
U26	<i>E. urophylla</i>	3	11	10
U26	<i>E. urophylla</i>	4	11	7
U26	<i>E. urophylla</i>	5	11	11
U26	<i>E. urophylla</i>	6	*	*
U26	<i>E. urophylla</i>	7	11	11

Quadro 2 - Dados das árvores matrizes com a quantidade de recipientes semeados e a quantidade de plantas obtidas por tratamento. (conclusão)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Quantidade de recipientes semeados	Quantidade média de plantas obtidas por tratamento
U27	<i>E. urophylla</i>	1	11	3
U27	<i>E. urophylla</i>	2	*	*
U27	<i>E. urophylla</i>	3	11	5
U27	<i>E. urophylla</i>	4	11	1
U27	<i>E. urophylla</i>	5	11	6
U27	<i>E. urophylla</i>	6	11	1
U27	<i>E. urophylla</i>	7	11	11
U28	<i>E. urophylla</i>	1	11	5
U28	<i>E. urophylla</i>	2	11	4
U28	<i>E. urophylla</i>	3	11	4
U28	<i>E. urophylla</i>	4	11	4
U28	<i>E. urophylla</i>	5	11	4
U28	<i>E. urophylla</i>	6	11	3
U28	<i>E. urophylla</i>	7	11	2

\* Não houve semeio, porque a colheita de sementes se deu depois.

Fonte: Do autor (2019).

## ANEXO A - DADOS DA GENOTIPAGEM POR MARCADORES MICROSSATÉLITES

Quadro 3 - Dados dos resultados dos marcadores microsatélites nas amostras analisadas das árvores matrizes e das plantas descendentes.  
(continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Amostra	Resultado da genotipagem	EMBRA 10	EMBRA 10	EMBRA 1071	EMBRA 1071	EMBRA 11	EMBRA 11	EMBRA 12	EMBRA 12	EMBRA 1924	EMBRA 1924	EMBRA 32	EMBRA 32	EMBRA 350	EMBRA 350	EMBRA 63	EMBRA 63	EMBRA 979	EMBRA 979
GI3	<i>E. grandis</i>		Árvore-mãe	Matriz	127,41	127,41	269,15	276,43	117,02	118,84	120,83	130,77	318,75	333,89	82,11	84,02	212,75	212,75	168,95	173,17	423,98	430,24
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-7	SIM	127,51	127,51	269,18	276,38	119,29	119,29	120,88	130,74	318,55	333,95	82,24	84,05	212,13	213,04	168,68	168,68	424,27	430,36
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-8	SIM	127,56	127,56	269,16	276,40	117,09	119,06	120,90	120,90	318,76	333,93	82,13	83,98	212,22	212,22	169,11	173,36	424,07	430,24
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-13	SIM	127,42	127,42	269,19	276,46	116,79	119,22	130,79	130,79	333,88	333,88	84,39	84,39	212,95	212,95	173,69	173,69	424,16	430,26
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-14	SIM	127,46	127,46	269,20	276,42	117,50	118,63	120,84	130,80	318,61	318,61	81,72	84,15	213,01	213,01	168,87	173,09	424,17	424,17
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-15	SIM	127,55	127,55	269,29	276,51	117,12	119,08	120,91	130,81	318,98	334,14	82,53	84,37	211,74	211,74	172,89	172,89	430,13	430,13
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-16	SIM	127,31	127,31	268,99	268,99	117,43	118,93	120,93	130,83	319,01	319,01	82,06	83,90	212,42	212,42	172,75	172,75	423,73	429,83
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-17	SIM	127,35	127,35	268,99	276,30	117,25	118,78	120,97	130,91	319,25	334,00	84,18	84,18	212,52	212,52	173,60	173,60	423,50	429,65
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-18	SIM	127,43	127,43	276,62	276,62	117,19	118,95	120,97	130,89	319,05	319,05	84,31	84,31	212,83	212,83	173,60	173,60	423,61	423,61
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-19	SIM	127,39	127,39	269,16	269,16	117,18	118,93	120,93	130,81	334,03	334,03	82,08	84,00	212,80	212,80	169,45	169,45	429,94	429,94
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-20	SIM	127,43	127,43	268,65	268,65	116,90	118,97	130,97	130,97	319,12	319,12	84,21	84,21	212,68	212,68	173,57	173,57	423,60	429,85
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-21	SIM	127,51	127,51	276,38	276,38	118,97	118,97	130,96	130,96	319,06	334,06	82,04	83,97	212,68	212,68	168,98	173,18	423,91	430,03
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-22	SIM	127,46	127,46	269,15	276,31	118,95	118,95	121,02	130,95	318,94	334,00	82,06	83,97	212,71	212,71	173,56	173,56	423,82	423,82
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-1	SIM	127,54	127,54	269,15	276,40	117,22	119,04	120,94	120,94	319,01	334,11	84,03	84,03	212,59	212,59	173,02	173,02	423,92	430,07
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-2	SIM	127,37	127,37	269,05	269,05	117,46	117,46	120,86	130,77	318,81	333,78	81,73	83,80	212,27	212,27	168,97	173,12	423,64	429,90
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-3	SIM	127,43	127,43	276,32	276,32	118,89	118,89	120,90	130,88	319,05	334,08	82,12	83,51	212,78	212,78	168,58	172,85	423,72	429,88
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-4	SIM	127,42	127,42	269,40	269,40	117,20	118,96	120,98	130,88	318,94	334,00	82,06	84,00	212,69	212,69	168,70	173,36	423,72	429,89
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-5	SIM	127,41	127,41	269,10	276,33	117,16	118,91	130,93	130,93	318,96	333,95	84,26	84,26	212,74	212,74	169,22	173,40	423,72	429,86
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-6	SIM	127,49	127,49	269,20	276,38	117,57	118,84	120,92	120,92	319,10	334,18	83,46	83,46	212,25	212,25	173,52	173,52	423,92	430,07
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-7	SIM	127,40	127,40	269,11	276,29	116,96	118,70	130,91	130,91	318,97	318,97	82,06	83,97	212,65	212,65	169,37	169,37	423,82	429,87
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-8	SIM	127,48	127,48	276,12	276,12	116,95	119,25	121,01	130,90	319,01	334,18	82,00	84,00	212,72	212,72	168,87	173,28	423,82	429,88
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-9	SIM	127,57	127,57	276,23	276,23	119,04	119,04	120,99	120,99	319,06	319,06	81,57	84,05	212,87	212,87	173,53	173,53	423,94	430,08
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-10	SIM	127,36	127,36	269,03	276,28	116,99	118,84	130,92	130,92	319,25	319,25	84,21	84,21	212,67	212,67	169,04	173,28	423,39	429,47
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-11	SIM	127,33	127,33	269,08	276,30	117,06	118,97	120,99	130,95	319,36	333,93	81,96	83,90	212,50	212,50	168,84	173,11	423,28	429,48
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-12	SIM	127,41	127,41	269,15	276,32	117,30	118,77	121,00	130,94	319,31	334,00	84,16	84,16	212,57	212,57	173,63	173,63	429,57	429,57
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-13	SIM	127,47	127,47	269,16	276,34	117,67	118,89	130,98	130,98	334,13	334,13	81,98	83,95	212,50	212,50	168,89	173,15	423,58	429,70
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-14	SIM	127,35	127,35	269,12	276,36	118,88	118,88	120,98	120,98	319,35	334,01	81,57	83,97	212,56	212,56	173,41	173,41	423,17	423,17
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-15	SIM	127,49	127,49	269,14	276,41	117,32	119,11	130,84	130,84	319,55	334,00	81,45	84,05	212,65	212,65	169,38	169,38	423,67	429,75
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-16	SIM	127,46	127,46	269,11	276,40	117,05	118,82	130,96	130,96	334,03	334,03	84,16	84,16	212,60	212,60	168,89	173,15	423,67	429,84
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-17	SIM	127,62	127,62	269,12	276,36	117,07	118,93	121,04	130,92	319,31	319,31	84,13	84,13	212,67	212,67	169,32	169,32	423,68	423,68
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-18	SIM	127,38	127,38	269,04	276,28	117,06	118,92	120,95	130,87	319,23	319,23	82,02	83,90	212,46	212,46	173,46	173,46	423,49	423,49
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-19	SIM	127,48	127,48	269,07	276,29	117,33	118,88	121,01	130,91	319,41	334,21	82,00	83,89	212,52	212,52	168,83	173,01	423,47	429,63
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-20	SIM	127,41	127,41	269,32	269,32	117,32	117,32	121,00	130,94	319,34	319,34	84,21	84,21	212,64	212,64	169,01	173,20	423,47	423,47
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-21	SIM	127,32	127,32	268,35	268,35	117,50	119,04	120,93	130,84	319,14	319,14	83,48	83,48	212,55	212,55	168,87	173,17	423,47	429,62
GI3	<i>E. grandis</i>	2	Muda-22	SIM	127,57	127,57	269,21	276,40	117,09	118,96	121,01	130,91	319,35	334,26	84,05	84,05	212,51	212,51	169,02	172,92	423,68	429,81

Quadro 3 - Dados dos resultados dos marcadores microsatélites nas amostras analisadas das árvores matrizes e das plantas descendentes. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Amostra	Resultado da genotipagem	EMBRA 10	EMBRA 10	EMBRA 1071	EMBRA 1071	EMBRA 11	EMBRA 11	EMBRA 12	EMBRA 12	EMBRA 1924	EMBRA 1924	EMBRA 32	EMBRA 32	EMBRA 350	EMBRA 350	EMBRA 63	EMBRA 63	EMBRA 979	EMBRA 979
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-1	SIM	127,38	127,38	276,58	276,58	116,97	118,74	121,03	130,96	319,30	334,00	82,12	84,08	212,71	212,71	173,53	173,53	423,48	429,71
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-2	SIM	127,47	127,47	276,31	276,31	117,21	119,07	130,97	130,97	319,30	319,30	81,96	83,84	212,57	212,57	168,76	168,76	423,48	423,48
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-4	SIM	127,35	127,35	269,09	276,35	117,19	119,03	120,97	130,83	319,15	319,15	81,98	83,92	212,30	212,30	168,97	173,17	429,63	429,63
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-5	SIM	127,37	127,37	269,34	269,34	116,99	118,92	130,94	130,94	334,00	334,00	82,10	84,05	212,43	212,43	168,95	173,19	429,59	429,59
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-6	SIM	127,39	127,39	269,15	276,37	117,02	118,81	120,93	120,93	334,09	334,09	82,06	84,03	212,57	212,57	173,49	173,49	423,58	429,72
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-7	SIM	127,46	127,46	268,90	268,90	116,99	118,84	130,85	130,85	334,09	334,09	81,55	84,05	212,65	212,65	168,95	173,19	429,77	429,77
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-9	SIM	127,55	127,55	269,16	276,42	117,19	118,98	130,96	130,96	319,31	319,31	82,06	83,95	212,66	212,66	168,89	173,15	423,69	423,69
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-10	SIM	127,55	127,55	276,18	276,18	117,63	119,24	130,95	130,95	319,16	334,05	82,10	84,05	212,65	212,65	169,01	173,23	423,68	429,82
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-11	SIM	127,51	127,51	269,17	276,35	117,21	119,05	120,98	130,87	319,17	334,18	81,73	83,90	212,68	212,68	168,70	168,70	423,80	429,96
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-1	NÃO	123,37	128,35	269,18	275,54	117,18	150,21	120,88	139,04	333,89	333,89	84,25	105,33	212,45	219,02	172,88	175,06	421,91	430,12
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-2	NÃO	127,44	133,50	276,83	276,83	119,25	131,67	130,75	147,39	318,71	323,27	82,32	109,10	212,92	212,92	173,72	173,72	415,91	430,13
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-3	NÃO	127,50	139,69	269,18	276,49	117,23	122,29	120,74	130,78	318,67	319,64	81,61	124,65	207,87	212,62	168,67	173,01	415,96	424,06
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-4	NÃO	127,48	133,55	269,11	271,88	115,91	117,04	128,78	130,83	318,47	324,41	84,51	84,51	208,33	212,60	173,69	173,69	397,73	424,07
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-5	NÃO	121,35	127,54	269,23	275,53	116,75	150,31	120,80	126,63	318,59	333,97	79,57	104,53	208,16	212,63	169,02	173,10	430,30	450,83
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-6	NÃO	121,37	127,48	269,22	275,53	118,92	150,17	126,67	130,83	326,31	333,90	82,18	86,09	212,88	219,29	168,78	175,58	424,07	450,82
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-9	NÃO	112,00	127,51	271,90	276,41	117,19	127,43	128,75	130,81	324,52	333,92	76,15	82,17	212,83	214,60	172,83	172,83	397,65	430,09
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-10	NÃO	123,37	128,37	269,21	276,50	116,93	127,38	120,86	151,58	318,78	333,96	82,11	88,00	212,96	212,96	169,23	197,56	401,73	430,03
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-11	NÃO	111,95	127,51	272,85	276,38	117,13	127,43	130,81	151,54	318,62	333,92	84,15	88,00	212,56	228,70	173,32	197,57	401,77	430,11
GI3	<i>E. grandis</i>	1	Muda-12	NÃO	121,36	127,49	276,13	276,13	118,98	118,98	130,85	139,07	318,69	326,38	81,61	84,12	212,95	212,95	173,65	173,65	418,06	424,17
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-3	NÃO	127,48	127,48	269,06	276,26	117,34	119,08	121,00	130,91	312,89	326,56	81,92	83,85	212,66	212,66	168,91	173,16	462,97	469,29
GI3	<i>E. grandis</i>	5	Muda-8	NÃO	120,77	120,77	268,86	275,93	112,18	113,69	115,26	123,92	318,16	332,67	87,49	87,49	211,90	211,90	168,43	172,99	425,22	425,22
GI4	<i>E. grandis</i>		Muda-	Matriz	123,42	128,39	269,14	275,51	122,52	124,43	128,65	141,15	318,28	326,97	81,83	122,85	207,99	221,05	168,92	197,45	411,52	423,51
GI4	<i>E. grandis</i>	1	Muda-1	SIM	127,47	127,47	268,94	275,39	122,59	124,52	128,86	141,20	318,38	327,33	82,20	122,67	221,28	221,28	169,42	169,42	411,48	423,69
GI4	<i>E. grandis</i>	1	Muda-2	SIM	123,42	128,44	268,82	268,82	122,75	124,52	128,79	141,24	318,18	327,19	81,98	122,84	207,57	207,57	168,99	197,46	411,39	423,58
GI4	<i>E. grandis</i>	1	Muda-3	SIM	123,34	128,34	269,18	275,56	122,59	124,43	128,78	141,23	318,21	327,20	122,75	122,75	207,27	220,06	169,17	169,17	411,39	423,58
GI4	<i>E. grandis</i>	1	Muda-4	SIM	123,59	123,59	268,45	268,45	122,60	124,52	128,84	141,14	318,35	318,35	122,60	122,60	207,45	207,45	168,77	197,56	411,52	411,52
GI4	<i>E. grandis</i>	1	Muda-5	SIM	124,34	124,34	275,33	275,33	125,26	125,26	129,67	129,67	318,19	318,19	81,45	123,92	220,87	220,87	168,62	168,62	411,47	423,59
GI4	<i>E. grandis</i>	1	Muda-6	SIM	123,42	123,42	268,97	268,97	122,35	122,35	128,83	141,35	318,21	327,22	82,00	82,00	207,16	219,99	168,97	197,56	411,60	423,69
GI4	<i>E. grandis</i>	1	Muda-7	SIM	127,54	127,54	268,90	268,90	122,63	124,50	128,98	141,40	317,94	326,88	122,95	122,95	207,95	221,03	169,02	197,46	411,39	423,62
GI4	<i>E. grandis</i>	1	Muda-8	SIM	123,42	128,49	269,04	275,45	122,60	124,43	128,49	128,49	317,58	327,06	82,10	122,93	207,89	220,98	168,96	197,45	411,47	423,50
GI4	<i>E. grandis</i>	1	Muda-9	SIM	123,34	128,42	269,02	275,42	122,59	124,43	128,51	141,19	318,21	318,21	122,67	122,67	207,81	220,91	168,71	197,36	411,29	411,29
GI4	<i>E. grandis</i>	2	Muda-1	SIM	123,50	123,50	269,06	275,48	122,50	124,35	128,72	141,23	318,23	327,21	82,08	122,68	221,17	221,17	169,30	169,30	411,30	411,30
GI4	<i>E. grandis</i>	2	Muda-2	SIM	123,58	123,58	269,44	269,44	122,51	124,34	128,77	128,77	318,25	327,22	82,35	82,35	207,57	207,57	168,71	197,37	411,42	423,59
GI4	<i>E. grandis</i>	2	Muda-3	SIM	123,34	128,39	275,76	275,76	122,52	122,52	128,65	141,08	318,34	327,29	82,19	122,44	207,16	219,83	169,33	169,33	423,59	423,59
GI4	<i>E. grandis</i>	2	Muda-4	SIM	124,59	129,54	269,13	275,53	125,61	125,61	129,62	141,94	318,32	327,34	81,20	122,92	207,08	219,88	168,81	197,47	411,45	423,58
GI4	<i>E. grandis</i>	2	Muda-5	SIM	123,59	123,59	269,14	275,50	122,60	124,52	128,84	141,30	318,32	318,32	81,63	81,63	207,07	219,97	197,47	197,47	411,41	411,41
GI4	<i>E. grandis</i>	2	Muda-6	SIM	123,34	123,34	269,15	275,56	122,53	124,43	128,72	141,27	318,24	327,17	-	-	207,06	219,92	169,02	197,47	411,49	423,49
GI4	<i>E. grandis</i>	2	Muda-7	SIM	123,50	128,50	269,09	275,43	122,60	124,52	128,59	141,24	318,21	327,22	122,92	122,92	207,90	220,90	168,96	197,36	411,43	423,50
GI4	<i>E. grandis</i>	2	Muda-8	SIM	127,48	127,48	275,86	275,86	122,34	124,35	128,88	141,16	318,34	327,34	82,00	82,00	221,21	221,21	169,45	169,45	411,42	423,59
GI4	<i>E. grandis</i>	2	Muda-9	SIM	123,42	123,42	269,07	275,45	124,43	124,43	128,70	128,70	318,27	318,27	81,35	122,84	207,80	220,83	169,13	197,45	411,35	411,35

Quadro 3 - Dados dos resultados dos marcadores microsatélites nas amostras analisadas das árvores matrizes e das plantas descendentes.  
(continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Amostra	Resultado da genotipagem	EMBRA 10	EMBRA 10	EMBRA 1071	EMBRA 1071	EMBRA 11	EMBRA 11	EMBRA 12	EMBRA 12	EMBRA 1924	EMBRA 1924	EMBRA 32	EMBRA 32	EMBRA 350	EMBRA 350	EMBRA 63	EMBRA 63	EMBRA 979	EMBRA 979
G14	<i>E. grandis</i>	2	Muda-10	SIM	123,33	128,27	269,06	275,48	122,25	124,35	128,80	141,12	318,27	318,27	82,06	82,06	207,91	220,79	169,35	169,35	411,29	411,29
G14	<i>E. grandis</i>	2	Muda-11	SIM	123,42	128,43	269,16	269,16	122,59	124,52	128,86	128,86	318,31	318,31	81,80	122,92	207,90	207,90	168,95	197,45	411,51	411,51
G14	<i>E. grandis</i>	2	Muda-12	SIM	127,46	127,46	269,12	275,57	122,59	124,52	128,85	141,25	318,24	327,21	82,04	122,92	208,10	220,92	168,95	197,45	411,45	411,45
G14	<i>E. grandis</i>	5	Muda-1	SIM	123,34	128,40	269,13	275,45	122,52	124,43	128,75	141,29	318,14	327,09	82,08	122,85	207,99	221,08	169,28	169,28	411,47	423,49
G14	<i>E. grandis</i>	5	Muda-2	SIM	123,35	123,35	275,36	275,36	124,59	124,59	128,73	128,73	318,01	326,99	82,27	122,87	208,06	221,09	168,97	197,46	411,26	423,42
G14	<i>E. grandis</i>	5	Muda-3	SIM	124,42	129,39	269,10	269,10	125,51	125,51	129,73	141,84	318,07	327,06	81,11	123,92	207,90	207,90	169,08	169,08	411,50	423,50
G14	<i>E. grandis</i>	5	Muda-4	SIM	124,52	129,11	268,63	275,20	123,57	125,47	129,37	141,83	317,72	326,89	82,17	82,17	207,56	207,56	168,33	196,77	423,90	423,90
G14	<i>E. grandis</i>	5	Muda-5	SIM	123,33	128,36	269,02	275,42	122,50	124,61	128,80	141,28	318,21	327,16	82,14	82,14	208,01	220,93	168,71	197,35	411,19	411,19
G14	<i>E. grandis</i>	5	Muda-6	SIM	123,34	123,34	269,09	275,47	122,59	124,43	128,68	128,68	318,28	318,28	82,20	122,59	207,08	219,96	168,90	168,90	411,28	411,28
G14	<i>E. grandis</i>	5	Muda-7	SIM	123,34	123,34	269,07	275,45	122,51	122,51	128,68	141,28	318,22	327,22	122,59	122,59	207,90	220,96	168,62	168,62	411,59	423,61
G18	<i>E. grandis</i>		Muda-	Matriz	127,47	135,47	271,87	271,87	116,23	127,64	130,96	132,99	318,34	328,20	81,98	81,98	207,90	212,28	166,76	168,89	399,36	413,52
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-1	NÃO	111,91	135,36	271,82	271,82	116,10	127,55	128,85	132,97	318,20	324,81	87,96	87,96	208,01	208,01	168,90	173,16	397,25	399,34
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-2	SIM	127,41	135,37	271,80	271,80	116,05	127,58	130,94	132,93	318,19	328,11	82,10	82,10	212,39	212,39	166,88	168,98	399,47	413,56
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-3	SIM	127,45	135,42	271,68	271,68	116,19	127,71	130,93	130,93	318,20	328,15	81,86	81,86	212,26	212,26	166,81	169,01	399,34	413,50
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-4	NÃO	121,27	126,24	269,92	271,69	116,16	132,79	126,59	132,61	328,05	328,05	101,56	101,56	212,58	212,58	168,90	183,20	399,17	445,92
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-5	NÃO	111,92	135,35	269,82	271,87	116,22	122,50	128,89	133,03	325,18	328,08	88,04	88,04	208,01	208,01	166,95	168,99	390,98	413,30
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-6	SIM	127,49	127,49	272,27	272,27	116,20	127,66	130,91	130,91	318,23	328,11	82,08	82,08	208,02	212,33	166,58	168,80	399,18	413,37
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-7	SIM	127,54	135,42	271,86	271,86	116,19	127,62	130,93	132,95	318,33	328,22	81,94	81,94	207,89	212,35	166,80	168,91	399,41	413,49
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-8	SIM	127,37	135,34	271,90	271,90	116,27	127,54	130,85	132,87	318,17	328,07	81,84	81,84	207,89	212,25	166,83	166,83	399,46	413,57
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-9	SIM	127,44	127,44	271,85	271,85	116,15	127,52	130,90	130,90	318,15	328,12	81,83	81,83	207,99	212,45	168,92	168,92	399,51	413,59
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-10	NÃO	123,05	127,25	269,82	271,68	121,97	126,91	128,31	132,60	317,03	324,03	82,03	88,06	210,71	212,89	168,97	168,97	391,61	413,76
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-11	SIM	127,34	127,34	271,86	271,86	115,44	126,75	130,71	132,37	316,69	326,92	82,22	82,22	208,92	213,45	166,75	168,90	400,86	415,08
G18	<i>E. grandis</i>	1	Muda-12	SIM	135,03	135,03		271,67	115,66	126,99	130,75	132,75	317,22	317,22	82,00	82,00	208,34	212,85	166,80	168,97	399,52	413,59
G18	<i>E. grandis</i>	2	Muda-1	NÃO	123,08	127,30	269,76	271,72	115,71	122,03	128,54	130,76	317,28	323,95	82,23	88,09	208,48	208,48	166,66	169,01	397,56	413,74
G18	<i>E. grandis</i>	2	Muda-2	NÃO	120,98	134,99	269,92	271,63	115,51	133,07	132,45	151,42	316,76	325,80	88,09	88,09	208,56	229,19	166,80	173,16	399,77	407,93
G18	<i>E. grandis</i>	2	Muda-3	SIM	127,19	135,17	271,67	271,67	115,68	115,68	130,81	132,67	317,07	317,07	82,29	82,29	208,51	208,51	166,87	169,04	413,74	413,74
G18	<i>E. grandis</i>	2	Muda-4	SIM	127,31	135,10	271,79	271,79	127,03	127,03	130,87	132,87	327,11	327,11	81,97	81,97	208,47	208,47	166,74	166,74	399,51	399,51
G18	<i>E. grandis</i>	2	Muda-6	SIM	127,26	135,11	271,75	271,75	127,12	127,12	130,75	132,61	317,36	327,08	82,11	82,11	208,28	208,28	166,82	168,92	399,59	413,79
G18	<i>E. grandis</i>	2	Muda-7	NÃO	121,06	127,14	270,09	271,83	115,72	133,28	130,77	151,61	327,22	327,22	88,06	88,06	208,38	228,96	166,90	182,93	399,64	446,55
G18	<i>E. grandis</i>	2	Muda-8	NÃO	129,12	134,93	269,82	271,81	115,54	115,54	128,71	130,63	317,36	322,46	82,17	82,17	208,43	210,77	166,87	173,01	413,82	415,84
G18	<i>E. grandis</i>	2	Muda-9	NÃO	111,79	135,03	269,80	271,70	122,09	127,02	128,68	132,85	317,28	323,93	88,13	88,13	212,75	212,75	166,83	168,96	397,43	399,51
G18	<i>E. grandis</i>	2	Muda-10	NÃO	111,80	135,06	269,22	271,80	115,60	115,60	126,55	132,72	316,80	316,80	82,14	82,14	208,38	231,15	169,09	173,29	399,97	416,03
G18	<i>E. grandis</i>	2	Muda-11	SIM	127,16	135,08	271,83	271,83	126,89	126,89	132,61	132,61	317,06	327,22	82,11	82,11	208,39	212,84	169,03	169,03	399,69	399,69
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-1	NÃO	111,66	135,08	271,69	279,10	115,60	123,10	120,68	132,76	317,08	323,74	92,08	92,08	208,55	213,01	168,95	197,86	393,64	413,81
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-2	NÃO	118,87	134,80	271,66	271,66	115,48	141,13	122,63	130,61	324,76	326,57	82,25	82,25	208,49	213,00	169,03	179,44	399,32	409,56
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-3	NÃO	121,13	135,23	271,82	271,82	127,16	132,15	126,39	132,78	326,17	327,36	82,37	101,72	208,31	208,31	166,63	172,90	399,57	407,68
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-4	NÃO	135,35	137,52	269,15	271,76	120,22	127,20	120,73	132,80	327,50	333,87	81,79	86,02	208,24	212,60	166,84	173,32	395,75	399,78
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-5	NÃO	111,81	127,28	269,82	271,72	115,82	127,20	130,81	134,94	327,31	327,31	82,18	82,18	208,16	210,39	168,91	181,59	399,44	399,44
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-6	SIM	127,32	135,30	271,90	271,90	115,91	127,24	130,90	132,93	317,40	317,40	82,32	82,32	211,58	211,58	167,26	167,26	413,65	413,65
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-7	NÃO	123,26	128,18	271,87	271,87	116,00	116,00	128,80	130,83	324,26	327,21	81,81	87,97	208,31	210,62	166,93	168,99	397,68	399,67

Quadro 3 - Dados dos resultados dos marcadores microssatélites nas amostras analisadas das árvores matrizes e das plantas descendentes. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Amostra	Resultado da genotipagem	EMBRA 10	EMBRA 10	EMBRA 1071	EMBRA 1071	EMBRA 11	EMBRA 11	EMBRA 12	EMBRA 12	EMBRA 1924	EMBRA 1924	EMBRA 32	EMBRA 32	EMBRA 350	EMBRA 350	EMBRA 63	EMBRA 63	EMBRA 979	EMBRA 979
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-8	SIM	135,23	135,23	271,87	271,87	115,81	127,11	132,84	132,84	317,41	317,41	-	-	208,59	208,59	167,32	167,32	413,69	413,69
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-9	NÃO	108,15	127,35	271,84	271,84	115,78	115,78	126,80	130,80	317,48	333,61	88,00	88,00	208,34	212,81	168,75	168,75	411,65	413,81
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-10	NÃO	111,83	135,31	269,95	271,98	115,76	127,14	130,86	132,88	317,46	327,53	82,05	92,00	208,39	210,68	169,04	181,76	397,72	413,85
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-11	SIM	127,40	127,40	271,74	271,74	127,25	127,25	132,87	132,87	317,51	327,37	81,89	81,89	207,15	211,66	166,85	168,99	399,71	413,84
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-12	NÃO	129,29	135,13	271,91	271,91	127,18	137,84	132,83	132,83	318,34	327,30	81,91	85,92	208,22	212,72	166,88	169,03	399,70	413,88
G18	<i>E. grandis</i>	5	Muda-13	SIM	127,27	135,34	271,84	271,84	115,84	115,84	130,89	132,87	317,61	317,61	82,16	82,16	208,23	212,67	169,33	169,33	413,80	413,80
U21	<i>E. urophylla</i>		Muda-	Matriz	118,95	133,12	271,86	276,38	122,08	131,31	120,69	147,42	322,84	328,36	84,23	109,14	212,63	219,27	173,68	173,68	401,57	415,62
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-1	SIM	133,35	133,35	271,95	276,49	122,23	131,46	147,47	147,47	323,09	323,09	84,19	109,18	219,25	219,25	173,62	173,62	415,77	415,77
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-2	SIM	119,14	133,38	271,88	276,44	122,29	131,48	147,39	147,39	323,09	328,57	84,23	109,24	212,84	212,84	173,68	173,68	401,70	401,70
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-3	SIM	119,12	133,29	271,90	271,90	122,17	131,34	147,34	147,34	328,63	328,63	84,39	109,30	212,67	219,28	173,61	173,61	401,56	401,56
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-4	SIM	118,88	133,09	276,25	276,25	121,99	131,18	120,64	120,64	322,74	328,13	84,20	109,28	212,73	212,73	173,49	173,49	401,30	415,43
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-5	SIM	119,15	133,41	271,84	271,84	122,35	131,57	120,86	120,86	323,04	328,54	84,19	109,15	219,13	219,13	173,61	173,61	401,53	415,67
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-6	SIM	119,18	133,44	276,38	276,38	131,58	131,58	147,44	147,44	323,02	323,02	84,19	109,15	211,45	218,09	173,54	173,54	415,62	415,62
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-7	SIM	119,10	133,43	271,95	276,46	122,10	122,10	120,89	147,43	323,10	323,10	109,12	109,12	211,47	218,14	173,66	173,66	415,65	415,65
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-8	SIM	119,78	133,18	271,85	276,37	122,57	131,38	121,30	147,04	323,06	323,06	84,17	109,14	211,97	211,97	173,58	173,58	415,67	415,67
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-9	SIM	119,14	133,37	271,89	276,37	122,34	131,53	120,85	147,44	328,61	328,61	84,36	84,36	211,50	218,10	173,66	173,66	401,39	401,39
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-10	SIM	133,39	133,39	272,14	276,59	122,33	131,54	147,41	147,41	323,16	328,75	84,19	109,16	212,89	212,89	174,15	174,15	415,68	415,68
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-11	SIM	119,27	133,39	271,98	276,49	131,54	131,54	147,36	147,36	323,14	328,68	84,38	84,38	212,66	219,24	172,89	172,89	401,65	415,80
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-12	SIM	119,25	133,51	276,45	276,45	131,53	131,53	120,94	120,94	322,95	322,95	84,02	109,27	211,74	211,74	173,56	173,56	415,74	415,74
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-13	SIM	119,15	133,41	271,89	276,47	122,35	131,57	147,42	147,42	328,83	328,83	109,08	109,08	211,56	218,13	173,12	173,12	401,62	401,62
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-14	SIM	119,22	133,41	271,92	271,92	122,42	131,65	120,92	147,42	323,16	323,16	109,18	109,18	218,34	218,34	173,68	173,68	415,65	415,65
U21	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-15	SIM	119,18	133,41	271,94	276,49	122,63	122,63	147,55	147,55	328,69	328,69	109,12	109,12	212,46	219,11	173,78	173,78	401,53	415,66
U21	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-1	NÃO	119,26	121,28	271,70	271,70	124,00	131,68	120,98	130,96	328,65	340,70	84,43	84,43	219,13	230,83	172,99	182,93	401,53	409,58
U21	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-2	NÃO	119,22	137,44	276,50	276,50	115,63	131,66	124,63	147,51	323,26	324,38	82,29	109,18	219,10	228,72	169,19	172,94	409,69	415,71
U21	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-3	NÃO	121,23	133,49	271,97	276,53	122,35	125,49	120,85	120,85	323,31	328,88	109,07	109,07	212,68	228,78	173,11	183,01	401,74	415,81
U21	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-4	SIM	119,24	133,46	271,92	276,44	122,35	131,55	147,44	147,44	323,05	328,77	84,24	109,26	212,66	218,27	173,62	173,62	401,61	415,77
U21	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-5	NÃO	119,13	121,15	271,85	276,53	122,24	125,37	120,79	120,79	322,85	328,45	84,18	109,31	212,77	228,97	173,43	182,98	401,56	415,66
U21	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-6	NÃO	119,18	133,42	271,98	276,46	119,70	122,41	120,83	147,42	324,39	328,74	84,34	84,34	218,08	218,08	169,00	173,23	401,58	419,74
U21	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-7	NÃO	119,21	133,45	269,20	276,50	122,24	131,57	120,79	126,72	317,76	323,19	84,19	84,19	212,50	212,50	173,41	173,41	413,70	415,71
U21	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-8	SIM	119,27	133,56	272,00	272,00	122,39	131,68	120,86	120,86	323,18	323,18	84,15	109,05	212,70	212,70	173,67	173,67	401,71	415,75
U21	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-9	SIM	119,30	119,30	272,02	276,51	122,47	131,77	120,96	147,51	323,19	328,88	84,05	109,11	211,48	218,08	173,68	173,68	415,86	415,86
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-1	SIM	133,46	133,46	271,95	271,95	122,40	131,59	120,89	120,89	323,03	328,73	84,02	109,15	218,10	218,10	173,57	173,57	401,52	415,60
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-2	SIM	133,58	133,58	271,87	271,87	122,47	131,71	120,88	120,88	323,35	328,96	84,24	109,07	218,17	218,17	173,65	173,65	401,75	415,83
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-3	SIM	133,52	133,52	272,16	272,16	122,16	122,16	147,48	147,48	323,10	323,10	109,10	109,10	212,52	219,15	173,69	173,69	401,61	415,76
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-4	SIM	120,11	120,11	271,82	271,82	123,31	132,41	121,78	147,91	323,20	323,20	83,58	109,70	217,99	217,99	173,66	173,66	415,83	415,83
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-5	SIM	119,26	133,49	271,94	276,48	122,41	131,64	147,46	147,46	323,16	328,71	109,09	109,09	211,44	218,08	172,84	172,84	401,58	415,67
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-6	SIM	119,30	133,56	271,94	276,52	122,47	131,70	147,47	147,47	323,21	328,89	84,12	109,11	218,12	218,12	172,89	172,89	401,66	415,73
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-7	SIM	119,21	133,52	271,95	276,47	131,40	131,40	120,87	120,87	328,72	328,72	84,27	109,10	211,53	218,17	173,62	173,62	401,53	401,53
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-8	SIM	133,47	133,47	271,91	276,52	122,40	131,60	120,88	147,45	323,23	323,23	109,21	109,21	212,93	212,93	173,71	173,71	415,66	415,66
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-9	SIM	119,39	119,39	272,06	276,65	122,48	131,74	120,96	120,96	328,95	328,95	84,31	84,31	211,74	211,74	173,65	173,65	401,79	401,79

Quadro 3 - Dados dos resultados dos marcadores microssatélites nas amostras analisadas das árvores matrizes e das plantas descendentes. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Amostra	Resultado da genotipagem	EMBRA 10	EMBRA 10	EMBRA 1071	EMBRA 1071	EMBRA 11	EMBRA 11	EMBRA 12	EMBRA 12	EMBRA 1924	EMBRA 1924	EMBRA 32	EMBRA 32	EMBRA 350	EMBRA 350	EMBRA 63	EMBRA 63	EMBRA 979	EMBRA 979
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-10	SIM	119,32	133,54	271,99	276,49	131,84	131,84	120,97	147,49	323,05	328,66	84,22	109,18	212,55	219,12	173,67	173,67	401,62	415,82
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-11	SIM	119,26	133,51	271,98	271,98	122,41	131,57	120,90	147,43	323,20	323,20	84,19	109,15	212,53	219,08	173,69	173,69	415,84	415,84
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-12	SIM	119,28	133,62	272,15	276,54	122,44	131,57	147,48	147,48	323,22	323,22	84,02	109,24	212,75	219,26	173,30	173,30	401,82	415,82
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-13	SIM	133,49	133,49	271,99	276,57	131,62	131,62	147,42	147,42	323,16	328,85	83,95	109,07	212,50	219,10	173,37	173,37	415,75	415,75
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-14	SIM	119,33	133,58	276,54	276,54	122,53	131,69	120,92	147,38	328,87	328,87	83,90	109,11	211,38	211,38	173,00	173,00	401,72	415,81
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-15	SIM	119,31	133,61	271,97	276,56	122,53	131,80	120,99	147,45	323,26	328,96	84,07	109,07	212,59	219,10	173,60	173,60	401,67	415,84
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-16	SIM	119,35	133,60	272,12	272,12	122,47	131,72	147,31	147,31	323,31	328,96	84,15	84,15	219,03	219,03	173,49	173,49	401,80	415,84
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-17	SIM	119,28	133,54	271,96	276,45	122,46	131,66	120,94	147,45	323,18	323,18	109,13	109,13	212,54	219,19	173,58	173,58	415,71	415,71
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-18	SIM	119,48	133,72	272,04	276,53	122,53	131,75	120,93	147,33	323,29	328,81	83,90	109,12	219,14	219,14	173,25	173,25	401,85	415,97
U21	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-19	SIM	119,26	133,60	272,05	276,48	122,46	131,71	120,93	147,44	323,19	323,19	84,02	109,15	212,57	219,17	173,55	173,55	401,66	415,80
U25	<i>E. urophylla</i>		Muda-	Matriz	119,45	119,45	272,07	272,07	131,73	133,75	122,93	139,22	323,35	324,50	78,03	85,93	211,58	232,05	172,93	172,93	401,75	446,57
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-1	SIM	119,37	119,37	271,95	271,95	131,75	133,78	122,85	139,09	324,54	324,54	78,18	86,01	212,50	232,87	173,62	173,62	446,42	446,42
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-2	SIM	120,28	120,28	271,96	271,96	132,53	134,52	123,77	139,75	324,67	324,67	77,23	85,46	212,50	232,82	173,53	173,53	446,33	446,33
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-3	SIM	120,26	120,26	271,89	271,89	132,47	134,55	123,84	139,79	323,33	324,57	85,83	85,83	211,44	231,82	173,57	173,57	401,63	446,37
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-4	SIM	120,03	120,03	271,72	271,72	132,33	134,50	123,77	139,83	324,64	324,64	77,59	77,59	211,43	231,85	173,70	173,70	446,43	446,43
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-5	SIM	119,51	119,51	271,99	271,99	131,79	133,82	122,85	139,07	323,47	324,70	78,18	86,11	211,51	231,95	173,58	173,58	401,84	446,48
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-6	SIM	119,35	119,35	271,96	271,96	131,73	133,77	122,85	139,20	323,36	324,60	78,18	86,11	231,90	231,90	173,61	173,61	401,75	446,45
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-7	SIM	119,45	119,45	271,83	271,83	131,61	133,72	139,20	139,20	324,52	324,52	86,44	86,44	212,60	232,92	173,70	173,70	446,58	446,58
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-8	SIM	120,22	120,22	271,97	271,97	132,46	134,40	123,77	139,81	323,29	324,50	85,82	85,82	212,63	232,95	173,72	173,72	446,34	446,34
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-9	SIM	119,34	119,34	271,96	271,96	131,75	133,79	139,15	139,15	323,28	324,60	78,19	86,07	212,42	232,78	173,67	173,67	401,58	446,45
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-10	SIM	120,24	120,24	271,73	271,73	132,34	134,53	139,75	139,75	323,45	324,52	77,52	85,68	211,39	231,77	173,63	173,63	401,58	446,41
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-11	SIM	120,30	120,30	271,98	271,98	132,50	134,69	123,92	123,92	324,77	324,77	77,38	77,38	211,42	231,85	173,63	173,63	446,35	446,35
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-12	SIM	119,47	119,47	272,01	272,01	131,84	133,89	122,92	139,18	323,42	324,66	78,20	86,13	211,27	231,79	173,60	173,60	401,76	446,52
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-13	SIM	119,38	119,38	271,97	271,97	131,70	133,84	139,22	139,22	323,34	324,59	78,06	86,09	211,38	231,90	173,68	173,68	401,61	446,22
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-14	SIM	119,37	119,37	271,81	271,81	131,84	133,82	122,83	139,16	323,39	324,65	78,21	86,09	211,51	231,92	173,60	173,60	401,75	446,45
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-15	SIM	120,32	120,32	271,89	271,89	134,39	134,39	123,76	139,76	323,26	324,61	77,30	85,55	211,39	232,77	173,59	173,59	401,66	446,40
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-16	SIM	120,35	120,35	272,00	272,00	132,60	134,60	123,92	123,92	323,30	323,30	77,06	85,27	211,70	211,70	173,64	173,64	401,80	446,52
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-17	SIM	119,42	119,42	271,92	271,92	131,81	131,81	139,20	139,20	323,21	323,21	78,26	78,26	211,31	231,76	173,49	173,49	401,58	401,58
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-18	SIM	120,09	120,09	271,67	271,67	132,46	134,64	123,76	139,83	323,38	324,62	77,37	85,60	211,47	231,97	173,70	173,70	446,42	446,42
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-19	SIM	120,24	120,24	271,97	271,97	132,56	134,58	123,76	139,87	323,32	324,66	77,38	85,55	211,38	232,84	173,57	173,57	401,58	446,25
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-20	SIM	120,24	120,24	271,93	271,93	132,62	134,63	123,84	139,83	323,37	324,53	77,30	85,55	211,84	211,84	172,79	172,79	401,72	446,36
U25	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-21	SIM	120,41	120,41	272,01	272,01	132,66	134,67	123,84	123,84	324,85	324,85	77,30	85,52	211,45	231,83	173,61	173,61	401,80	446,51
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-1	SIM	120,11	120,11	271,76	271,76	132,48	134,57	123,77	139,74	323,35	324,59	77,37	85,65	212,93	212,93	173,57	173,57	446,47	446,47
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-2	SIM	119,41	119,41	271,96	271,96	131,74	133,79	122,84	139,15	323,41	323,41	78,12	86,02	231,93	231,93	173,63	173,63	401,71	446,50
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-3	SIM	119,34	119,34	271,28	271,28	131,74	133,83	139,13	139,13	323,33	323,33	78,22	86,07	211,42	231,81	173,52	173,52	446,28	446,28
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-4	SIM	119,30	119,30	271,88	271,88	134,06	134,06	122,89	139,23	323,30	323,30	86,32	86,32	211,30	231,75	173,51	173,51	401,49	446,43
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-5	SIM	119,36	119,36	271,83	271,83	132,15	132,15	122,97	139,19	324,79	324,79	78,18	86,13	211,40	231,78	173,59	173,59	446,26	446,26
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-6	SIM	119,40	119,40	271,99	271,99	133,75	133,75	122,90	139,22	323,60	324,68	78,01	85,91	211,38	231,88	173,41	173,41	401,67	446,28
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-7	SIM	119,36	119,36	271,32	271,32	133,76	133,76	139,12	139,12	323,44	324,53	86,26	86,26	211,34	231,78	173,32	173,32	401,52	446,26
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-8	SIM	119,38	119,38	271,25	271,25	131,79	131,79	139,06	139,06	324,77	324,77	86,24	86,24	231,86	231,86	172,89	172,89	446,36	446,36



Quadro 3 - Dados dos resultados dos marcadores microssatélites nas amostras analisadas das árvores matrizes e das plantas descendentes. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Amostra	Resultado da genotipagem	EMBRA 10	EMBRA 10	EMBRA 1071	EMBRA 1071	EMBRA 11	EMBRA 11	EMBRA 12	EMBRA 12	EMBRA 1924	EMBRA 1924	EMBRA 32	EMBRA 32	EMBRA 350	EMBRA 350	EMBRA 63	EMBRA 63	EMBRA 979	EMBRA 979
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-9	SIM	119,40	119,40	272,00	272,00	131,58	131,58	122,82	139,15	323,47	324,74	78,08	85,96	211,36	231,79	173,02	173,02	401,67	446,32
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-10	SIM	119,44	119,44	271,98	271,98	131,68	133,74	122,91	139,09	323,32	324,67	78,21	86,09	211,52	231,91	173,09	173,09	401,61	446,36
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-11	SIM	119,42	119,42	271,98	271,98	131,78	133,85	139,13	139,13	324,65	324,65	77,56	85,85	231,85	231,85	173,06	173,06	446,37	446,37
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-12	SIM	119,40	119,40	271,91	271,91	131,82	133,82	139,12	139,12	323,45	324,80	78,16	86,06	211,35	231,73	173,55	173,55	401,53	446,23
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-13	SIM	119,31	119,31	271,25	271,25	131,61	131,61	139,20	139,20	323,41	324,68	78,24	86,14	211,25	231,68	173,54	173,54	401,68	446,34
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-14	SIM	119,47	119,47	271,87	271,87	131,74	133,91	122,98	122,98	323,25	323,25	78,09	86,02	211,75	211,75	173,55	173,55	401,53	401,53
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-15	SIM	119,33	119,33	271,24	271,24	133,83	133,83	139,14	139,14	323,29	323,29	78,01	85,88	211,90	211,90	173,09	173,09	401,67	446,38
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-16	SIM	119,41	119,41	271,28	271,28	131,82	133,82	122,90	139,21	323,25	323,25	78,15	86,11	231,99	231,99	173,58	173,58	401,67	446,39
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-17	SIM	119,42	119,42	271,32	271,32	131,78	131,78	122,91	122,91	324,71	324,71	77,56	85,85	231,87	231,87	172,96	172,96	446,36	446,36
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-18	SIM	119,35	119,35	271,92	271,92	131,74	133,78	122,85	139,23	323,41	324,65	86,25	86,25	231,88	231,88	173,24	173,24	401,66	446,42
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-19	SIM	119,39	119,39	271,89	271,89	131,80	133,93	122,96	139,25	323,32	324,79	86,25	86,25	211,37	231,80	173,49	173,49	401,49	446,21
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-20	SIM	119,27	119,27	271,18	271,18	131,89	133,96	122,87	139,16	323,50	324,71	78,06	86,01	211,33	231,70	173,41	173,41	401,39	446,07
U25	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-21	SIM	119,27	119,27	271,31	271,31	131,80	133,86	139,06	139,06	324,80	324,80	77,53	85,86	211,33	231,73	173,21	173,21	446,19	446,19
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-1	SIM	119,30	119,30	271,17	271,17	131,67	133,89	122,88	139,15	323,49	324,78	78,20	86,18	211,47	231,67	173,57	173,57	401,39	446,09
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-2	SIM	119,22	119,22	271,30	271,30	133,73	133,73	122,95	139,24	323,42	324,63	77,98	85,90	211,21	231,69	173,48	173,48	401,34	446,12
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-3	SIM	119,38	119,38	271,26	271,26	131,83	133,88	122,88	139,14	323,42	324,80	78,13	86,03	211,28	231,67	173,01	173,01	401,43	446,23
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-4	SIM	119,55	119,55	272,00	272,00	131,92	134,13	122,92	139,08	323,63	325,02	77,69	86,20	211,52	231,97	172,17	172,17	401,70	446,43
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-5	SIM	119,35	119,35	271,34	271,34	131,76	133,79	122,89	139,16	323,52	324,63	78,11	85,93	211,45	231,84	173,08	173,08	401,43	401,43
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-6	SIM	119,32	119,32	271,17	271,17	131,88	133,92	122,96	139,15	323,49	324,69	78,12	85,92	211,36	231,74	172,86	172,86	401,49	446,21
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-7	SIM	119,36	119,36	271,30	271,30	131,93	133,98	122,95	139,15	323,25	323,25	86,24	86,24	231,72	231,72	173,46	173,46	401,44	446,22
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-8	SIM	119,28	119,28	271,86	271,86	131,79	133,93	122,95	139,21	323,47	324,87	78,14	86,09	211,32	231,75	173,51	173,51	401,35	401,35
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-9	SIM	119,28	119,28	271,74	271,74	131,68	133,91	122,95	139,18	323,35	324,55	86,39	86,39	211,30	231,60	173,60	173,60	401,40	446,16
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-10	SIM	119,32	119,32	271,98	271,98	131,81	133,85	122,88	139,09	323,37	324,75	78,20	86,07	211,28	231,77	173,45	173,45	401,58	446,19
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-11	SIM	119,31	119,31	272,03	272,03	131,86	133,82	139,18	139,18	324,87	324,87	78,20	86,07	231,60	231,60	173,48	173,48	446,18	446,18
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-12	SIM	119,32	119,32	271,89	271,89	133,84	133,84	122,88	139,15	323,31	324,89	77,89	85,92	211,37	231,82	173,13	173,13	401,58	401,58
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-13	SIM	119,40	119,40	271,96	271,96	131,82	133,82	139,21	139,21	323,38	324,47	78,09	85,84	211,37	231,87	173,36	173,36	401,57	446,34
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-14	SIM	119,27	119,27	271,27	271,27	131,82	133,89	139,10	139,10	323,42	324,72	78,22	86,09	211,24	231,74	173,48	173,48	401,35	445,94
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-15	SIM	119,29	119,29	271,89	271,89	131,90	133,99	122,94	122,94	324,82	324,82	78,09	85,99	211,21	231,60	173,49	173,49	445,94	445,94
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-16	SIM	119,30	119,30	271,93	271,93	131,88	133,97	139,22	139,22	323,48	324,71	78,09	85,99	231,53	231,53	173,48	173,48	401,29	445,92
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-17	SIM	119,24	119,24	271,18	271,18	131,91	133,98	122,94	139,20	324,75	324,75	78,24	78,24	211,16	231,57	173,53	173,53	401,29	446,04
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-18	SIM	119,26	119,26	271,31	271,31	133,56	133,56	139,14	139,14	324,86	324,86	78,30	86,20	211,29	231,76	173,53	173,53	446,00	446,00
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-19	SIM	119,38	119,38	271,88	271,88	131,72	133,98	139,24	139,24	323,32	323,32	78,09	85,99	211,29	231,70	173,52	173,52	401,29	401,29
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-20	SIM	119,41	119,41	271,83	271,83	131,93	133,91	122,94	139,14	323,37	323,37	77,92	85,92	211,38	231,65	173,16	173,16	446,07	446,07
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-21	SIM	119,28	119,28	271,91	271,91	131,86	131,86	122,95	139,18	324,80	324,80	77,91	85,78	211,41	231,83	173,15	173,15	446,13	446,13
U25	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-22	NÃO	119,26	123,51	271,27	271,27	119,98	133,95	139,16	143,29	323,33	327,14	78,07	89,80	211,23	231,70	173,57	173,57	401,30	413,39
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-1	Matriz	119,31	121,32	271,27	271,27	115,90	133,96	139,20	139,20	323,30	324,80	78,16	84,10	227,30	231,62	173,47	173,47	401,40	446,21
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-2	NÃO	121,23	121,23	271,88	275,27	116,05	138,01	99,69	139,06	323,65	324,78	78,01	84,18	211,29	231,61	173,56	183,43	401,30	403,35
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-3	SIM	119,30	121,31	271,92	271,92	115,88	133,97	139,14	139,14	323,44	324,66	84,28	84,28	227,40	231,65	173,58	173,58	401,40	446,21
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-4	SIM	121,25	121,25	271,96	271,96	115,94	133,92	139,15	139,15	323,36	323,36	78,22	84,20	227,40	231,62	173,56	173,56	401,44	446,11
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-4	SIM	119,41	121,41	271,96	271,96	116,01	133,99	139,21	139,21	323,44	324,65	78,15	84,08	227,21	227,21	173,46	173,46	446,15	446,15

Quadro 3 - Dados dos resultados dos marcadores microsatélites nas amostras analisadas das árvores matrizes e das plantas descendentes. (continua)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Amostra	Resultado da genotipagem	EMBRA 10	EMBRA 10	EMBRA 1071	EMBRA 1071	EMBRA 11	EMBRA 11	EMBRA 12	EMBRA 12	EMBRA 1924	EMBRA 1924	EMBRA 32	EMBRA 32	EMBRA 350	EMBRA 350	EMBRA 63	EMBRA 63	EMBRA 979	EMBRA 979
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-5	SIM	119,34	119,34	271,96	271,96	116,42	116,42	139,17	139,17	324,91	324,91	77,99	83,90	227,39	231,61	172,96	172,96	401,43	446,04
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-6	NÃO	121,31	121,31	269,38	272,02	128,16	133,88	120,68	139,17	323,33	326,18	78,11	78,11	211,26	231,84	169,06	173,21	399,43	401,43
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-7	SIM	119,26	121,26	271,23	271,23	116,11	133,90	139,21	139,21	323,57	324,68	78,15	84,05	227,27	231,57	173,51	173,51	401,11	401,11
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-8	SIM	119,21	121,23	271,27	271,27	116,11	134,00	139,19	139,19	323,37	324,59	84,28	84,28	227,24	231,59	173,43	173,43	401,20	445,90
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-9	SIM	119,21	119,21	271,49	271,49	116,19	133,90	139,17	139,17	325,23	325,23	77,86	77,86	231,60	231,60	173,22	173,22	445,98	445,98
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-10	SIM	119,24	121,24	271,35	271,35	116,14	133,93	139,25	139,25	323,43	324,64	84,18	84,18	227,43	227,43	173,46	173,46	401,30	445,96
U26	<i>E. urophylla</i>	1	Muda-11	SIM	119,25	121,25	271,31	271,31	116,08	133,92	139,16	139,16	323,43	324,65	84,15	84,15	227,33	231,65	172,93	172,93	401,25	401,25
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-1	SIM	119,23	121,24	268,75	268,75	115,90	133,87	139,13	139,13	323,35	324,76	84,41	84,41	227,67	227,67	173,58	173,58	446,07	446,07
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-2	SIM	121,24	121,24	271,36	271,36	116,06	116,06	139,24	139,24	323,43	324,65	78,08	83,56	227,32	231,57	173,52	173,52	401,19	446,02
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-3	SIM	119,29	121,27	271,26	271,26	116,08	133,82	139,17	139,17	323,29	323,29	78,06	83,92	227,33	231,62	172,97	172,97	401,34	401,34
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-4	SIM	119,18	119,18	269,37	269,37	116,03	133,90	139,12	139,12	323,32	323,32	84,20	84,20	227,24	231,54	173,41	173,41	401,40	446,07
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-5	SIM	119,16	121,24	271,27	271,27	115,92	133,85	139,18	139,18	323,42	324,63	78,23	84,15	231,71	231,71	173,53	173,53	401,25	445,80
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-6	SIM	119,22	121,23	271,32	271,32	116,04	133,97	139,14	139,14	323,23	323,23	78,09	84,05	227,37	231,72	173,50	173,50	401,16	401,16
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-7	SIM	119,23	121,24	269,09	269,09	115,98	133,85	139,09	139,09	324,84	324,84	78,16	84,10	227,45	227,45	173,49	173,49	445,93	445,93
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-8	SIM	119,33	121,33	271,22	271,22	116,01	134,00	139,22	139,22	323,29	324,69	78,15	84,08	227,43	231,64	173,50	173,50	401,21	401,21
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-9	SIM	121,17	121,17	271,23	271,23	116,26	133,92	139,15	139,15	323,35	324,75	78,22	84,13	227,41	231,73	173,47	173,47	401,25	401,25
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-10	SIM	119,27	121,34	269,41	269,41	116,13	116,13	139,25	139,25	323,38	324,59	78,22	84,10	227,58	227,58	173,13	173,13	401,39	446,15
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-11	SIM	119,27	121,31	271,21	271,21	115,95	133,85	139,21	139,21	323,50	324,60	78,26	84,13	227,66	227,66	173,53	173,53	446,10	446,10
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-12	SIM	119,24	119,24	271,38	271,38	115,96	133,91	139,22	139,22	324,66	324,66	78,20	78,20	227,57	231,80	173,53	173,53	446,05	446,05
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-13	SIM	119,12	121,19	271,35	271,35	115,83	115,83	139,17	139,17	323,45	324,75	84,30	84,30	227,40	231,68	173,18	173,18	401,35	446,19
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-14	NÃO	119,12	135,19	268,59	271,43	122,95	133,82	121,03	139,09	323,18	326,81	78,22	84,10	211,14	231,68	173,24	183,50	401,20	421,48
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-15	SIM	119,23	121,28	271,26	271,26	115,87	133,89	139,23	139,23	324,82	324,82	78,20	84,13	227,37	231,62	173,58	173,58	446,09	446,09
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-16	SIM	119,24	121,21	271,30	271,30	133,86	133,86	139,19	139,19	323,15	323,15	78,12	84,03	227,41	231,68	173,19	173,19	401,34	446,00
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-17	SIM	119,29	121,35	271,26	271,26	116,15	133,85	139,22	139,22	323,23	323,23	78,36	78,36	227,52	231,80	173,18	173,18	401,29	446,07
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-18	SIM	119,22	121,28	271,26	271,26	116,08	133,80	139,14	139,14	324,76	324,76	84,30	84,30	227,42	231,69	173,36	173,36	401,29	446,09
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-19	SIM	119,27	121,23	271,34	271,34	115,79	115,79	139,17	139,17	323,41	324,70	78,18	84,05	227,50	231,73	173,03	173,03	401,29	401,29
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-20	SIM	119,25	121,30	271,34	271,34	133,84	133,84	139,16	139,16	323,24	323,24	78,19	84,08	227,49	231,72	172,92	172,92	446,03	446,03
U26	<i>E. urophylla</i>	2	Muda-21	SIM	119,22	121,20	269,17	269,17	133,73	133,73	139,16	139,16	323,33	324,80	77,30	83,54	227,75	227,75	173,49	173,49	445,99	445,99
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-1	SIM	119,20	121,19	271,30	271,30	115,98	133,86	139,23	139,23	323,31	324,79	78,22	78,22	227,37	231,65	173,54	173,54	401,30	446,04
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-2	SIM	121,12	121,12	271,35	271,35	116,09	133,84	139,12	139,12	323,37	324,48	84,35	84,35	231,61	231,61	173,10	173,10	401,26	446,19
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-3	NÃO	111,92	121,29	271,90	275,39	131,82	133,86	124,83	139,10	323,50	324,79	78,20	84,10	227,37	231,62	173,49	173,49	419,48	446,14
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-4	SIM	119,32	121,29	271,30	271,30	133,86	133,86	139,19	139,19	323,33	323,33	77,97	83,95	227,47	231,73	173,23	173,23	401,30	401,30
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-5	SIM	119,25	121,29	269,38	269,38	116,13	133,82	139,21	139,21	323,48	324,58	78,12	84,03	227,50	231,84	173,44	173,44	401,44	446,24
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-6	SIM	119,26	121,27	271,24	271,24	116,06	133,72	139,11	139,11	323,39	324,66	84,44	84,44	227,58	231,84	173,03	173,03	446,30	446,30
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-7	SIM	121,09	121,09	271,30	271,30	115,99	133,73	139,16	139,16	324,29	324,29	77,42	77,42	227,53	231,82	173,19	173,19	446,14	446,14
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-8	SIM	119,02	120,98	271,78	271,78	115,85	133,63	139,05	139,05	323,17	324,46	78,11	83,90	227,49	231,76	173,18	173,18	401,31	445,81
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-9	SIM	119,03	121,07	269,65	269,65	116,01	133,66	139,06	139,06	323,18	324,29	77,73	83,97	231,75	231,75	173,17	173,17	401,31	446,01
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-10	NÃO	119,05	129,32	271,89	271,89	119,82	133,70	128,82	139,08	324,59	333,76	82,30	84,18	213,38	231,58	166,76	173,21	429,75	446,12
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-11	SIM	121,16	121,16	271,43	271,43	115,97	133,68	139,21	139,21	324,50	324,50	77,80	83,95	227,55	231,79	173,12	173,12	401,30	445,97
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-12	SIM	119,11	119,11	271,34	271,34	116,02	133,79	139,17	139,17	324,55	324,55	78,26	84,13	227,53	231,79	173,03	173,03	401,30	445,94

Quadro 3 - Dados dos resultados dos marcadores microssatélites nas amostras analisadas das árvores matrizes e das plantas descendentes. (conclusão)

Árvore Matriz	Espécie	Tratamento	Amostra	Resultado da genotipagem	EMBRA 10	EMBRA 10	EMBRA 1071	EMBRA 1071	EMBRA 11	EMBRA 11	EMBRA 12	EMBRA 12	EMBRA 1924	EMBRA 1924	EMBRA 32	EMBRA 32	EMBRA 350	EMBRA 350	EMBRA 63	EMBRA 63	EMBRA 979	EMBRA 979
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-13	SIM	121,08	121,08	269,35	269,35	115,96	133,70	139,16	139,16	324,45	324,45	78,18	84,03	227,58	231,83	173,20	173,20	446,11	446,11
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-14	SIM	121,03	121,03	269,37	269,37	115,83	133,59	139,16	139,16	323,22	324,39	78,15	84,00	227,66	231,94	173,31	173,31	401,30	401,30
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-15	SIM	119,27	121,23	271,30	271,30	115,87	115,87	139,23	139,23	323,20	323,20	77,73	83,82	231,74	231,74	173,16	173,16	400,96	400,96
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-16	SIM	119,06	121,08	271,34	271,34	115,75	133,68	139,13	139,13	323,06	323,06	84,60	84,60	227,41	231,71	173,51	173,51	401,31	446,13
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-17	SIM	119,04	121,07	271,30	271,30	115,80	133,64	139,11	139,11	323,09	323,09	78,33	84,25	227,45	231,78	173,47	173,47	401,17	401,17
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-18	SIM	119,11	121,07	271,30	271,30	116,01	133,72	139,11	139,11	323,32	324,51	78,18	84,13	231,64	231,64	172,91	172,91	401,26	401,26
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-19	SIM	119,21	121,24	268,73	268,73	116,05	133,73	139,15	139,15	323,26	323,26	84,18	84,18	227,62	227,62	173,16	173,16	401,30	446,18
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-20	SIM	119,14	119,14	271,30	271,30	115,84	115,84	139,08	139,08	323,16	323,16	78,17	84,00	227,55	231,77	173,21	173,21	401,35	401,35
U26	<i>E. urophylla</i>	5	Muda-21	SIM	119,15	121,17	271,63	271,63	115,92	133,71	139,20	139,20	323,20	323,20	84,22	84,22	231,79	231,79	173,37	173,37	401,39	446,26

Fonte: Heréditas Tecnologia em Análise de DNA Ltda (2019).