

MARLON DOS SANTOS PEREIRA BIRINDIBA GARUZZO

**ANÁLISE DIALÉLICA E SELEÇÃO GENÉTICA DE HÍBRIDOS DE *EUCALYPTUS*
COM POTENCIAL DE TOLERÂNCIA À SECA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Glêison Augusto dos Santos

Coorientadores: Andrei Caíque Pires Nunes
Marcos Deon Vilela de Resende

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

G244a
2022

Garuzzo, Marlon dos Santos Pereira Birindiba, 1997-
Análise dialéctica e seleção genética de híbridos de
Eucalyptus com potencial de tolerância à seca / Marlon dos
Santos Pereira Birindiba Garuzzo. – Viçosa, MG, 2022.
1 dissertação eletrônica (153 f.): il.

Inclui apêndices.

Orientador: Gleison Augusto dos Santos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Engenharia Florestal, 2022.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.735>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Eucalipto - Seleção - Melhoramento genético.
2. Genética quantitativa. 3. Plantas - Efeito da seca. I. Santos,
Gleison Augusto dos, 1977-. II. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Engenharia Florestal. Programa de
Pós-Graduação em Ciência Florestal. III. Título.

GFDC adapt. CDD 22. ed. 634.91653

MARLON DOS SANTOS PEREIRA BIRINDIBA GARUZZO

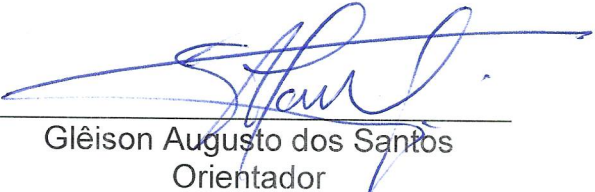
**ANÁLISE DIALÉLICA E SELEÇÃO GENÉTICA DE HÍBRIDOS DE *EUCALYPTUS*
COM POTENCIAL DE TOLERÂNCIA À SECA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 01 de setembro de 2022.

Assentimento:


Marlon Dos Santos Pereira Birindiba Garuzzo
Autor


Glêison Augusto dos Santos
Orientador

À minha mãe, Analina Gonçalves
Aos meus irmãos, Gustavo Gonçalves e Matheus Gonçalves
Ao meu pai, Jaques Lima
À minha avó, Idalina Viegas

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa – UFV pela oportunidade de realizar o curso de mestrado *Stricto Sensu* em Ciência Florestal.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais -FAPEMIG pela bolsa concedida durante o curso.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A parceria entre a UFV e as empresas do setor florestal brasileiro cooperativas do Projeto Tolerância de *Eucalyptus* à Seca que viabilizam a realização do desenvolvimento de genótipos de Eucalipto com alta produtividade e Tolerância à seca.

Aos professores Gleison dos Santos, Andrei Nunes e Marcos Deon pelos ensinamentos e orientações sobre melhoramento genético florestal. Estou grato pelas oportunidades concedidas, amizade e conselhos que contribuem para minha capacitação como profissional Engenheiro Florestal.

A Genaina Souza e Franciele Oliveira pela amizade e colaborações que me ajudaram com a parte de Fisiologia Vegetal da pesquisa.

Aos funcionários e amigos do Viveiro de Pesquisas Florestais do Departamento de Engenharia Florestal - DEF da Universidade Federal de Viçosa - UFV.

A minha mãe, Analina Gonçalves, que sempre me apoia e mesmo a aproximadamente 930 Km de distância está presente nos momentos de dificuldade e felicidade da minha vida.

As energias positivas que contribuíram para a realização desta pesquisa.

Gratidão

BIOGRAFIA

Marlon dos Santos Pereira Birindiba Garuzzo, filho de Analina Gonçalves e Jaques Lima, natural de Alcobaça – BA, nasceu no dia 11 de maio de 1997.

Cursou o Ensino Fundamental na Escola Municipal de Alcobaça - Bahia e em 2015 iniciou os estudos no curso Técnico em Florestas integrado ao ensino Média no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IFBaiano, *Campus* Teixeira de Freitas – Bahia.

Formou-se em 2017 no Curso Técnico em Florestas e graduou-se em Bacharel Interdisciplinar em Ciências com ênfase em Ciências Agrárias em 2019 e Bacharel em Engenharia Florestal no ano de 2021 na Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB.

No ano de 2020 ingressou no curso de mestrado *Stricto Sensu* em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa – UFV.

RESUMO

GARUZZO, Marlon dos Santos Pereira Birindiba, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2022. **Análise dialélica e seleção genética de híbridos de Eucalyptus com potencial de tolerância à seca**. Orientador: Gleison Augusto dos Santos. Coorientadores: Marcos Deon Vilela de Resende e Andrei Caíque Pires Nunes.

As alterações climáticas globais preveem o aumento de secas em regiões tropicais e subtropicais que podem afetar a produtividade e sobrevivência de plantios de Eucalyptus no Brasil. Nesse contexto, o presente estudo avaliou um teste de progênies de híbridos de irmão completos de Eucalyptus em área de déficit hídrico no município de Buritizeiro – MG aos 2,5 anos. O experimento apresenta condições de déficit hídrico adequadas para selecionar os melhores materiais genéticos em delineamento experimental. Os caracteres avaliados foram Altura total, Diâmetro à altura do peito, Volume, Incremento médio anual volumétrico, Sobrevivência, Área foliar específica, Potencial hídrico e Clorofilas dos indivíduos. A seleção dos materiais e a estimativa dos parâmetros genéticos foi realizada pela metodologia de modelos mistos no software de melhoramento genético Selegen REML/BLUP. O objetivo foi selecionar híbridos de Eucalyptus com alta produtividade em IMAvol e sobrevivência para áreas de déficit hídrico, por meio de caracteres de crescimento e da união de variáveis de produtividade e morfofisiológicas. Os parâmetros genéticos avaliados revelam existência de variabilidade genética a ser explorada no programa de melhoramento florestal para as variáveis silviculturais. Os resultados avaliados por meio de análises estatístico-genéticas revelam progênies com valores genéticos positivos para selecionar indivíduos superiores. O resultado da análise dialélica apresenta pela estimativa de capacidade geral de combinação – CGC os genitores AEG2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) e LR830 - *E. longirostrata* como os melhores para ótimas combinações, visando maior expressão das características de produtividade e sobrevivência. A estimativa de capacidade específica de combinação – CEC demonstra ótimos valores genotípicos de produtividade para as progênies GG1883×GG4302 - (*E. urophylla*) × (*E. brassiana*), GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*)), GG1883×GG4304 - (*E. urophylla*) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), e VM4×CAM – (*E. urophylla* HE × *E. camaldulensis*). A classificação das melhores famílias pela relação (IMAvol/Ψw), por

meio de um índice aditivo, apresenta 3 progênies desenvolvidas pelo Projeto Tolerância de Eucalyptus à Seca: 24 - GG3389 × GG4302 (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*), 199 - VM4×CAM (*E. urophylla* HE) × (*E. camaldulensis*) e 36 GG2759×VS2 (*E. urophylla*) × (*E. camaldulensis*). A seleção de potenciais clones pela associação das variáveis de crescimento e morfofisiológicas revela que entre os melhores indivíduos 90% são pertencentes a progênies desenvolvida pelo Projeto Tolerância de Eucalyptus à Seca. Os materiais genéticos selecionados apresentam potencial para clonagem e formação de plantios pilotos, visando atender as empresas do setor florestal brasileiro com genótipos de alta produtividade e sobrevivência para áreas de restrição hídrica.

Palavras-chave: Melhoramento florestal. Genética quantitativa. Seca do solo.

ABSTRACT

GARUZZO, Marlon dos Santos Pereira Birindiba, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2022. **Diallel analysis and genetic selection of Eucalyptus hybrids with drought tolerance potential.** Adviser: Gleison Augusto dos Santos. Co-advisers: Marcos Deon Vilela de Resende and Andrei Caíque Pires Nunes.

Global climate change predicts an increase in droughts in tropical and subtropical regions that may affect the productivity and survival of Eucalyptus plantations in Brazil. In this context, the present study evaluated a progeny test of Eucalyptus full-sister hybrids in an area of water deficit in the municipality of Buritizeiro - MG at 2.5 years old. The experiment presents adequate water deficit conditions to select the best genetic materials in experimental design. The characters evaluated were height, Diameter at breast height, Volume, Average annual volumetric increment, Survival, Specific leaf area, Water potential and Chlorophylls. The selection of materials and the estimation of the genetic parameters were carried out using the mixed models methodology in the genetic improvement software Selegen REML/BLUP. The objective was to select Eucalyptus hybrids with high productivity in IMAvol and survival for water deficit areas, through growth traits and the union of productivity and morphophysiological variables. The genetic parameters evaluated reveal the existence of genetic variability to be explored in the forest improvement program for silvicultural variables. The results evaluated through statistical-genetic analysis reveal progenies with positive genetic values to select superior individuals. The result of the diallel analysis presents, by estimating the general combining ability - CGC, the parents AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) and LR830 - *E. longirostrata* as the best for optimal combinations, aiming at greater expression of the productivity and survival characteristics. The estimate of specific combining ability - CEC demonstrates excellent genotypic productivity values for the progenies GG1883×GG4302 - (*E. urophylla*) × (*E. brassiana*), GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*), GG1883×GG4304 - (*E. urophylla*) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), and VM4×CAM - (*E. urophylla* HE × *E. camaldulensis*). The classification of the best families by the ratio (IMAvol/Ψw), using an additive index, presents 3 progenies developed by the Eucalyptus Drought Tolerance Project: 24 - GG3389 × GG4302 (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*), 199 - VM4×CAM (*E. urophylla* HE) × (*E. camaldulensis*) and 36 GG2759×VS2 (*E. urophylla*) × (*E. camaldulensis*). The

selection of potential clones by associating growth and morphophysiological variables reveals that, among the best individuals, 90% belong to progenies developed by the Eucalyptus Drought Tolerance Project. The selected genetic materials show potential for cloning and formation of pilot plantations aimed at serving companies in the Brazilian forestry sector in areas of water restriction.

Keywords: Forest breeding. Quantitative genetics. Diallels. Soil drought

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1:

- Figura 1 - Precipitação (mm) mensal no ano de 2021 do teste de progênies de híbridos de Eucalipto.....35
- Figura 2 - Protoginia Artificialmente Induzida – PAI. A – Botões Florais em estágio de pré-antese; B - Corte do opérculo com alicate; C – Polinização com o pólen; D – Semente melhorada após cerca de 6 meses.....36
- Figura 3 - A - Progênies 36 - GG2759×VS2 e B – 24(GG3389×GG4302).....62

CAPÍTULO 2:

- Figura 1 - Precipitação (mm) mensal no ano de 2021 do teste de progênies de híbridos de Eucalipto.....72
- Figura 2 - Protoginia Artificialmente Induzida – PAI. A – Botões Florais em estágio de pré-antese; B - Corte do opérculo com alicate; C – Polinização com o pólen; D – Semente melhorada após cerca de 6 meses.....73
- Figura 3 - Coleta das folhas para determinação das variáveis morfofisiológicas. A - Coleta de folhas do terço médio da copa com podão; B - Folhas em sacos plásticos transparentes com identificação do material genético; C - Armazenamentos das folhas em caixa térmica para transporte.....86
- Figura 4 - Folhas de híbridos de *Eucalyptus*. A - GG918×I3000 – (*E. camaldulensis* × *E. camaldulensis*); B - AEC2043×LR830 (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) × (*E. longirostrata*)90
- Figura 5 - Medição do Ψ_w pelo equipamento Bomba de Scholander. A - Inserção da folha no equipamento; B - Lupa para verificar a saída de água do pecíolo da folha.....91
- Figura 6 - Material para determinação de teores das *Chl a* e *Chl b*. A - Coleta de amostra central da folha; B - Armazenamento em nitrogênio líquido para posterior análise em laboratório.....92
- Figura 7 - Indivíduo da família 24 - GG3389×GG4302 – *E. urophylla* HE × *E. brassiana*.....94
- Figura 8 - Correlações genéticas entre os caracteres de objetivo do melhoramento (IMAvol / Ψ_w), potencial hídrico foliar (Ψ_w), Altura total (ALT, m), Diâmetro à altura do peito (DAP, cm), Incremento médio anual volumétrico (IMAvol, m³/ha/ano), Área foliar específica (AFE, Cm²g⁻¹), Teor de Clorofila a, b e total para os híbridos de *Eucalyptus*, avaliados aos 2,5 anos de idade.....107

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1:

Tabela 1 - Informações de localização, bioma, coordenadas geográficas, altitude e solo da área experimental do teste de progênies de híbridos de <i>Eucalyptus</i> com potencial de tolerância à seca e alta produtividade.....	36
Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.....	37
Tabela 3 - Testemunhas clonais utilizadas no delineamento experimental para comparar os resultados na seleção de progênies híbridas de <i>Eucalyptus</i> com alta produtividade e potencial de tolerância à seca.....	45
Tabela 4 - Genitores utilizados no delineamento genético de cruzamento dialélico para geração das progênies superiores, visando alta produtividade em Incremento médio anual volumétrico - IMAvol ($m^3/ha/ano$) e potencial de tolerância à seca.....	47
Tabela 5 - Matriz de cruzamentos dos 33 genitores utilizados na formação das novas progênies híbridas de <i>Eucalyptus</i>	50
Tabela 6 - Análise de deviance para os caracteres de crescimento Altura total (m), Diâmetro à altura do peito (DAP), Volume (VOL), IMAvol ($m^3/ha/ano$) e Sobrevivência dos híbridos de <i>Eucalyptus</i> com potencial de tolerância à seca e alta produtividade aos 2,5 anos em delineamento genético de cruzamento dialélico.....	52
Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres de produtividade IMAvol ($m^3/ha/ano$) e Sobrevivência das progênies híbridas de <i>Eucalyptus</i> com potencial de a tolerância à seca e alta produtividade aos 2,5 anos.....	54
Tabela 8 - Ordenamento das melhores acurácias dos genitores em delineamento genético dialélico para os caracteres de IMAvol ($m^3/ha/ano$) e Sobrevivência.	55
Tabela 9 - Ordenamento das melhores famílias pelos Valores Genotípicos de Combinação (VGC) para o caráter IMAvol ($m^3/ha/ano$) e correspondência para sobrevivência.....	56
Tabela 10 - Ordenamento dos melhores genitores pela estimativa de capacidade geral de combinação (CGC) e ganhos preditos para o caráter IMAvol ($m^3/ha/ano$) e correspondência em sobrevivência.....	59
Tabela 11 - Ordenamento das melhores estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) para o caráter IMAvol ($m^3/ha/ano$) e correspondência em Sobrevivência.....	60

CAPÍTULO 2:

Tabela 1 - Informações de localização, bioma, coordenadas geográficas, altitude e solo da área experimental do teste de progênies de híbridos de <i>Eucalyptus</i> com potencial de tolerância à seca e alta produtividade.....	73
Tabela 2 - Identificação das progênies com potencial de tolerância à seca utilizadas como tratamentos no experimento.....	74
Tabela 3 - Clones testemunhas utilizados no delineamento experimental para comparar os resultados na seleção de progênies híbridas de <i>Eucalyptus</i> com alta produtividade e potencial de tolerância à seca.....	82

Tabela 4 - Identificação das progênies e testemunhas que foram coletadas as folhas do terço médio da copa para determinação dos caracteres morfofisiológicos.....	88
Tabela 5 - Estatística descritiva dos caracteres fenotípicas dos indivíduos do teste de progênies de híbridos de <i>Eucalyptus</i> aos 2,5 anos.....	95
Tabela 6 - Análise de deviance para os caracteres de crescimento Altura total, Diâmetro à altura do peito, Volume, IMAvol e Sobrevivência das progênies híbridas de <i>Eucalyptus</i> com potencial de tolerância à seca e alta produtividade aos 2,5 anos.....	95
Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres silviculturais Altura total, Diâmetro à altura do peito, Volume, IMAvol e Sobrevivência das progênies híbridas de <i>Eucalyptus</i> com potencial de tolerância à seca e alta produtividade aos 2,5 anos.....	97
Tabela 8 - Ranking das melhores famílias para o produto dos valores genotípicos (u + g) de sobrevivência e IMAvol (m ³ /ha/ano) e ganho em relação à média geral da população e das duas melhores testemunhas do experimento.....	98
Tabela 9 - Melhores famílias de progênies classificadas para o produto dos valores genotípicos (u + g) de sobrevivência e IMAvol (m ³ /ha/ano)	100
Tabela 10 - Ranking dos 20 potenciais genitores por seus valores genéticos aditivos (u+a) e ganhos preditos para o caráter IMAvol (m ³ /ha/ano) em relação à média geral do experimento.....	101
Tabela 11 - Ranking dos potenciais clones por seus valores genotípicos (u+g) e ganhos preditos para o caráter de crescimento IMAvol (m ³ /ha/ano) em relação à média geral do experimento e a melhor testemunha.....	102
Tabela 12 - Estimativas dos parâmetros genéticos para o caráter (IMAvol (m ³ /ha/ano) / Ψ_w , (Mpa)), crescimento e morfofisiológicos na seleção das melhores famílias híbridas de <i>Eucalyptus</i> com potencial de tolerância à seca aos 2,5 anos de idade.....	104
Tabela 13 - Valores médios de Incremento médio anual volumétrico – IMAvol e Potencial hídrico das famílias avaliadas na seleção pelo índice aditivo (IMAvol/ Ψ_w).....	109
Tabela 14 - Índice de seleção aditivo das melhores famílias realizado para a variável objetivo de melhoramento (IMAvol/ Ψ_w).....	112
Tabela 15 - Índice de seleção dos potenciais clones realizados para os caracteres silviculturais de crescimento Altura total, Diâmetro a altura do peito, Incremento médio anual volumétrico e as variáveis morfofisiológicas Ψ_w , AFE, <i>Chl a</i> , <i>Chl b</i> e <i>Chl t</i>	116

SUMÁRIO

PREÂMBULO.....	15
INTRODUÇÃO GERAL	16
1 REVISÃO DE LITERATURA	17
1.1 Espécies e híbridos para tolerância à seca	17
1.1.1 Clones em fase de muda cultivadas em viveiro:.....	18
1.1.2 Clones em fase adulta avaliados em campo:	19
1.2 Tolerância à seca no gênero <i>Eucalyptus</i>	20
1.3 Respostas de espécies de eucaliptos à seca	21
1.4 Seleção genética para tolerância seca	22
1.4.1 Seleção genômica:	23
1.4.2 Seleção via REML/BLUP:.....	23
1.5 Modelos mistos no melhoramento genético florestal	24
1.6 Análise de cruzamento dialélico	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
CAPÍTULO 1: ANÁLISE DIALÉLICA NO MELHORAMENTO GENÉTICO DE HÍBRIDOS DE <i>EUCALYPTUS</i> COM POTENCIAL DE TOLERÂNCIA À SECA.....	30
1 INTRODUÇÃO	34
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
2.1 Área de plantio e delineamento experimental.....	35
2.2 Caracteres silviculturais.....	45
2.2.1 Altura total (Alt, m).....	45
2.2.2 Diâmetro à altura do peito (Dap, cm).....	45
2.2.3 Volume (m ³):.....	46
2.2.4 Sobrevivência:	46
2.2.5 Incremento médio anual volumétrico (IMAvol, m ³ /ha/ano):	46
2.3 Análise de cruzamento dialélico via modelos mistos	47
2.4 Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC).....	51
2.4.1 Seleção das melhores famílias.....	51
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
3.1 Análise de deviance.....	52
3.2 Parâmetros genéticos.....	53
3.3 Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC).....	55
3.4 Seleção das melhores famílias.....	60
4. CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
CAPÍTULO 2: SELEÇÃO ESTATÍSTICO-GENÉTICA EM TESTE DE PROGÊNIES DE HÍBRIDOS DE <i>EUCALYPTUS</i> COM POTENCIAL DE TOLERÂNCIA À SECA.....	66

1	INTRODUÇÃO	70
2	MATERIAL E MÉTODOS	72
2.1	Área de plantio e delineamento experimental.....	72
2.2	Caracteres silviculturais	82
2.2.1	Altura total (alt, m)	82
2.2.2	Diâmetro à altura do peito (Dap, cm).....	82
2.2.3	Volume (m ³):.....	83
2.2.4	Sobrevivência (sob):.....	83
2.2.5	Incremento médio anual volumétrico (IMAvol, m ³ /ha/ano):	83
2.3	Análise estatística descritiva.....	84
2.4	Análise estatístico-genética para seleção das melhores famílias pela relação (imavol*sob), potenciais genitores e clones pelo caráter silvicultural IMAvol (m ³ /ha/ano).....	84
2.4.1	Seleção das melhores famílias.....	84
2.4.2	Seleção de potenciais genitores.....	85
2.4.3	Seleção de potenciais clones	85
2.5	Caracteres morfofisiológicos	86
2.5.1	Seleção dos indivíduos do teste de progênies para determinação dos caracteres morfofisiológicos.....	86
2.5.2	Área foliar específica (AFE, cm ² g ⁻¹).....	90
2.5.3	Potencial hídrico foliar ao meio-dia (Ψ_w , Mpa).....	91
2.5.4	Determinação dos teores de clorofila a, b e total	91
2.6	Índice de seleção das melhores famílias e potenciais clones	92
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	94
3.1	Estatística descritiva.....	94
3.2	Análise de deviance.....	95
3.3	Parâmetros genéticos.....	96
3.4	Seleção das melhores famílias.....	98
3.5	Seleção de potenciais genitores e clones.....	100
3.6	Parâmetros genéticos e correlações entre os caracteres morfofisiológicos e crescimento	103
3.7	Índices de seleção das melhores famílias e potenciais clones.....	108
4	CONCLUSÕES	117
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
	CONSIDERAÇÕES GERAIS	122
	APÊNDICES.....	124

PREÂMBULO

A presente pesquisa de mestrado é estruturada em 5 diferentes seções com os seguintes tópicos:

- 1) Introdução geral: Considerações iniciais sobre a importância do gênero *Eucalyptus* para o setor florestal brasileiro e seleção de materiais genéticos para áreas de déficit hídrico.
- 2) Revisão bibliográfica: Revisão bibliográfica do estado da arte sobre seleção genética e a importância de espécies/híbridos do gênero *Eucalyptus* para plantio em áreas de déficit hídrico em decorrência das atuais alterações climáticas.
- 3) Capítulos: 1 - Análise dialélica no melhoramento genético de híbridos de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca. Capítulo 2 - Seleção estatístico-genética em teste de progênies de híbridos de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca e alta produtividade.
- 4) Considerações gerais: Conclusão final da pesquisa de dissertação Análise dialélica e seleção genética de híbridos de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca. Os principais pontos são ressaltados de acordo com os objetivos dos capítulos da pesquisa.
- 5) Apêndices: Informações complementares dos resultados discutidos na pesquisa.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui cerca de 9,55 milhões de hectares de árvores plantadas com potencial para contribuir com o desenvolvimento econômico, social e ambiental (IBÁ, 2021). Deste total, a silvicultura de *Eucalyptus spp.*, representa 76,3% das áreas plantadas do país (SNIF, 2020). O setor florestal brasileiro é líder mundial na produção de madeira para celulose, fibra, energia, entre outros produtos (FAO, 2019). No entanto, as projeções climáticas futuras preveem severos e longos períodos de seca em regiões tropicais e subtropicais (IPCC, 2021) que podem afetar a produtividade dos plantios no Brasil. Nesse sentido, o desenvolvimento de tecnologias eficientes para selecionar genótipos de alta produtividade e tolerantes à seca, garantirá a continuidade do Brasil na liderança em produção de produtos florestais madeireira de eucalipto e outras espécies florestais.

Os programas de melhoramento genético no Brasil estão focados na seleção de materiais de alta produtividade destinados principalmente a geração de celulose e, em menor escala, carvão vegetal (GONÇALVES et al., 2013). Sabe-se, contudo, que em decorrência das atuais alterações climáticas, a seleção de genótipos pelos caracteres de crescimento e de adaptação a ambientes adversos devem ser investigados, como áreas secas, visando atender as empresas do setor florestal brasileiro com clones produtivos.

As variações climáticas tendem a aumentar as secas periódicas pela elevação da temperatura média e redução das precipitações. A intensificação dos eventos de seca extrema pode levar a mortalidade generalizada de árvores e florestas (BLACKMAN et al., 2019; GERMON et al., 2019). Sabe-se que o déficit hídrico nos solos é um dos estresses abióticos que mais afeta a sobrevivência, produtividade e crescimento do eucalipto (MÜLLER et al., 2020). Diante disso, a compreensão generalizada da influência dos caracteres silviculturais na produtividade e genética dos materiais pode contribuir para gerar genótipos superiores destinados a locais de déficit hídrico.

Os clones híbridos são mais vantajosos do que de uma única espécie, pois podem combinar características silviculturais e de adaptabilidade, como o híbrido de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus camaldulensis* (FERNANDES et al., 2015), entre outros para regiões de déficit hídrico. Além disso, as diversas espécies e híbridos do gênero *Eucalyptus* são conhecidas pelo rápido crescimento volumétrico, curto tempo

de rotação e variabilidade genética (BALDIN et al., 2017). Nesse contexto, selecionar materiais genéticos com potencial de produtividade a serem plantados em áreas de déficit hídrico em decorrência das atuais alterações climáticas deve ser prioridade para as empresas do setor florestal e silvicultores do Brasil.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Espécies e híbridos para tolerância à seca

A maior parte dos programas de melhoramento genético de eucalipto são desenvolvidos por empresas privadas de celulose e carvão vegetal. Sabe-se que o tempo de desenvolvimento de um novo clone é de pelo menos 12-16 anos para recomendação para uso em plantios comerciais (GONÇALVES et al., 2013). O eucalipto pode prosperar em ambientes hostis, uma vez que, existe alta diversidade de características e estratégias adaptativas nas espécies e procedências (BLACKMAN et al., 2019; PFAUSTSCH et al., 2016). Os programas de melhoramento genético com foco em produtividade e tolerância à seca devem selecionar genótipos com potencial de tolerância ao déficit hídrico e utilizar de estratégias que viabilizem rápido ganho genético.

Existem diversas estratégias de melhoramento genético que são utilizadas para gerar híbridos de eucalipto. Porém, o método de melhoramento SRR-G-HI: Seleção Recorrente Recíproca (SRR), com Recombinação dos próprios genitores (G) e uso de híbridos intermediários (HI) é uma das mais indicados (RESENDE & HIGA, 1990). O SRR-G-HI é eficiente em virtude de levar um maior ganho genético por unidade de tempo e híbridos intermediários superiores antes de completar o ciclo. As espécies de eucalipto mais importantes para gerar híbridos tolerante à seca estão localizadas na seção Exertaria do norte de Queensland, Austrália, (*E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. brassiana*) (ASSIS & MAFIA, 2007). Diante disso, recomenda-se incluir na população base de melhoramento genético espécies de *Eucalyptus* desta região da Austrália, visando desenvolver genótipos melhorados com alta produtividade e tolerância à seca.

Há espécies e híbridos de *Eucalyptus* com diversas características desejáveis para a silvicultura. O que permite a criação de materiais genéticos altamente produtivos e adaptados para variadas áreas climáticas e edáficas no Brasil. A literatura

recomenda para regiões tropicais com períodos de alto estresse hídrico (200 - 400 mm.ano⁻¹), os seguintes híbridos: *E. grandis* × *camaldulensis*, *E. urophylla* × *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* × *E. brassiana* e *E. urophylla* × *E. tereticornis* (GONÇALVES et al., 2013). Já para regiões com condições subtropicais quando é identificado estresse hídrico moderado (100 - 200 mm.ano⁻¹), os híbridos recomendados em ordem de tolerância são: *E. urophylla* × *E. camaldulensis*, *E. grandis* × *E. camaldulensis*, *E. urophylla* × *E. grandis* (GONÇALVES et al., 2013). Logo, constata-se que existem genótipos indicados na literatura com uso potencial em áreas de déficit hídrico. No entanto, visando desenvolver novos materiais genéticos com alta produtividade e tolerantes à seca é preciso compreender as características de crescimento, morfofisiológicas, sobrevivência e os melhores genitores de híbridos multiespécies para locais de déficit hídrico.

As pesquisas encontradas na literatura reportam experimentos de campo e em viveiro para seleção de clones tolerantes a seca.

1.1.1 Clones em fase de muda cultivadas em viveiro:

Três clones conhecidos como tolerantes à seca foram indicados a partir de biomarcadores anatômicos e fisiológicos, os quais são: *E. platyphylla*, *E. grandis* × *urophylla* e *E. urophylla* (CONDÉ et al., 2020). A avaliação de híbridos comerciais de *E. urophylla* × *E. grandis* mostram o desempenho favorável a tolerância a seca de mudas cultivadas em casa de vegetação, pois a desaceleração no crescimento e aumento da razão entre sistema radicular e parte aérea são características favoráveis para plantas em áreas de déficit hídrico (SILVA et al., 2014). Os clones de *E. grandis* × *E. urophylla* e *E. urophylla* foram classificados como moderadamente tolerantes a seca (MÜLLER et al., 2020). Os estudos relatados apresentam entre os melhores genótipos em fase de muda, os clones de *E. grandis* e *E. urophylla*. Indicando que são potenciais espécies para gerar novos genótipos com aptidão para resistência a seca, por meio de melhoramento genético.

O genótipo de *Eucalyptus globulus* cultivado em viveiro localizado em Los Angeles – Chile, apresentou alta eficiência de uso da água, mas não houve alta correlação entre a tolerância do genótipo à seca e eficiência do uso da água. O clone mostrou alta sobrevivência após atingir potencial hídrico do xilema de - 4.1 Mpa (NAVARRETE-CAMPOS et al.; 2013). As mudas do clone de eucalipto AEC 144 (*E.*

grandis × *E. urophylla*) cultivadas em casa de vegetação sob déficit hídrico recorrente apresentaram redução do tamanho e número de estômatos. Além de reduzir a condutância estomática e direcionar os carboidratos para raiz e crescimento do caule (NÓIA JUNIOR et al., 2019). As avaliações fisiológicas e anatômicas realizadas nos estudos mostram bioindicadores para seleção de mudas de Eucalipto tolerantes à seca. Nesse sentido, existe o potencial de associar os bioindicadores fisiológicos com caracteres de crescimento para selecionar genótipos superiores de *Eucalyptus* com alta produtividade destinados a áreas com restrição hídrica.

1.1.2 Clones em fase adulta avaliados em campo:

Um estudo realizado no Nordeste em área com uma precipitação média de 800 e 1500 mm selecionou clones entre 4,8 e 5,7 anos de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus camaldulensis* como tolerantes à seca (HODECKER et al., 2017). Os clones, em geral, mostraram redução da área foliar (evitando taxas de transpiração excessivas), maior atividade antioxidante e concentração de carotenoides. Os clones A1 (*E. urophylla*), amplamente plantado no Brasil em virtude da sua alta produtividade e o C3 (*E. grandis* × *E. camaldulensis*), conhecido por ser plantado em locais áridos (CALDEIRA, et al., 2020; BINKLEY et al., 2017;), foram plantados em locais de diferentes precipitações. Os resultados das avaliações aos quatro anos de idade sugerem que o clone C3 apresentou maior crescimento radicular para captar mais água nos períodos de seca e notou-se que o clone usou tanto ou mais água do que o A1 (HUBBARD et al., 2020).

Os genótipos avaliados em fase de muda e adulta nas pesquisas relatadas apresentam em ambos os casos genótipos de *E. grandis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla*. Além disso, são usuais na formação de genótipos híbridos tolerantes à seca o *E. tereticornis*, *E. brassiana*, *E. platyphylla* e *E. pellita*. Os programas de melhoramento genético devem focar em uma população base com espécies usuais em áreas áridas, visando viabilizar heterose nos indivíduos e selecionar híbridos com potencial de tolerância à seca.

1.2 Tolerância à seca no gênero eucalyptus

As árvores apresentam diversas estratégias desenvolvidas com a evolução para sobreviver ao déficit hídrico e à alta evapotranspiração, como a perda de folhas para reduzir a atividade transpiracional, ajustes fisiológicos e adaptações anatômicas (OSAKABE et al., 2011; KOZLOWSKI & PALLARDY, 2002;). As atuais mudanças climáticas globais, principalmente as que causam seca, podem reduzir o crescimento e sobrevivência de espécies florestais (CAVALLI et al., 2020; FREITAS et al., 2020), inclusive é relatado na literatura que o déficit hídrico está relacionado à alta mortalidade do eucalipto clonal (SCOLFORO et al., 2019). Nesse sentido, compreender os efeitos da seca no eucalipto destinado a plantios em áreas áridas é necessário para selecionar indivíduos adequados durante o programa de melhoramento genético.

Os programas de melhoramento genético clássico são um dos responsáveis pelo aumento da produtividade média e redução da rotatividade dos plantios de Eucalipto. Inclusive possibilita e contribui para o Brasil ser referência mundial em florestas plantadas desse gênero. No entanto, em decorrência das atuais alterações climáticas é notável a baixa sobrevivência e produtividade nos plantios silviculturais de Eucalipto em regiões com redução da disponibilidade hídrica nos solos (CHEN et al., 2020). A seleção de genótipos tolerantes a seca por meio de caracteres morfofisiológicos e de crescimento em testes de progênies possibilitará recomendar clones com alto potencial de crescimento e maior sobrevivência para áreas de déficit hídrico (HODECKER et al., 2017).

A produtividade das plantas, inclusive do eucalipto, está ligada à disponibilidade de água no solo (CAVALLI et al., 2020), e depende do volume de chuva e partição do dossel (FERRETO et al., 2020). Além disso, sabe-se que espécies do gênero tem alta perda de água por transpiração (ROHATYN et al., 2018) e captação em comparação a espécies de menor porte (FERRETO et al., 2020). Os eucaliptos (*E. saligna*, *E. benthamii* e *E. dunii*), avaliados durante 2,5 anos, apresentaram redução no crescimento no período de déficit hídrico no solo, principalmente para o caráter diâmetro à altura do peito - DAP (FERRETO et al., 2020). Na china, constatou-se que o estresse hídrico afeta a condutividade hidráulica e a condutância estomática da espécie *Eucalyptus urophylla* (CHEN et al., 2020).

Assim, as previsíveis mudanças climáticas podem aumentar de forma significativa os riscos de mortalidade das espécies e híbridos de eucalipto em plantios comerciais. A literatura encontrada sobre seleção de eucalipto tolerantes à seca revela estudos de compreensão sobre respostas morfofisiológicas das plantas a possíveis variações da disponibilidade de água nos solos. A adaptabilidade e resposta dos clones varia com a duração do déficit hídrico (BEDON et al., 2011), severidade (PRITZKOW et al., 2020), material genético (NAVARRETE-CAMPOS et al.; 2013) e com idade das plantas. As taxas fotossintéticas, a condutância estomática, a transpiração e as concentrações internas de CO₂ são reduzidas em genótipos sob condições de estresse hídrico (MÜLLER et al., 2020). Logo, constata-se que existem mudanças em características morfofisiológicas e em produtividade volumétrica do eucalipto em condições de déficit hídrico que podem ser caracteres avaliados no melhoramento genético para selecionar genótipos superiores para plantios comerciais.

1.3 Respostas de espécies de eucaliptos à seca

Os clones tolerantes à seca apresentam um sistema radicular mais desenvolvido do que os clones suscetíveis para otimizar a relação entre a absorção de água e a transpiração (SILVA et al., 2014). A resposta inicial à seca é uma redução da turgidez celular e consequente desaceleração do crescimento da planta, o que pode gerar distúrbios fisiológicos e até mesmo a morte da planta (ANJUM et al., 2011). Os períodos de déficit hídrico em regiões de escassas precipitações podem provocar um distúrbio fisiológico denominado “*Eucalyptus dieback*” (JURSKIS; 2005). O distúrbio causa uma deterioração gradual em árvores saudáveis ao longo de meses ou anos pela lesão de ramos e ápice caulinar, levando a morte prematura dos indivíduos (ROSS & BRACK, 2015).

O distúrbio “*Eucalyptus dieback*” e o déficit hídrico foram estudados em clones de eucalipto comerciais para seleção de genótipos resistentes. O estudo constatou a eficiência do uso de marcadores fenotípicos para seleção precoce de genótipos tolerantes, como *E. grandis* × *E. urophylla*, *E. platyphylla*, *E. grandis* × *E. pellita* (CORRÊA et al., 2017). A Floresta Estadual de Wombat – Austrália, noroeste de Melbourne, evidenciam o ajuste das características fisiológicas e morfológicas da espécie *E. obliqua* a secas sazonais e plurianuais aos 14 anos de idade. A espécie respondeu à seca de verão de curto prazo, por meio de rápido ajuste osmótico das

folhas que reduziu o potencial da água da folha no ponto de perda de turgor (PRITZKOW et al., 2020). O eucalipto apresenta redução em crescimento, ajustes fisiológicos, anatômicas em resposta ao estresse hídrico.

A fertilização de plantios de *Eucalyptus* com potássio (K), pode melhorar as condições fisiológicas e o acúmulo de biomassa nos clones. O Clone “VM1” (*E. urophylla* × *E. camaldulensis*), sob severo déficit hídrico, conservou a biomassa da parte aérea ao regular positivamente o teor de K nas folhas e caules, trocas gasosas, eficiência no uso da água (EUA) e potencial hídrico na folha (Ψ_w) em comparação com o clone “AEC 0144” (*E. urophylla*) (SANTOS et al., 2020). O clone de *E. grandis*, fertilizado com K aumentou sua alocação de biomassa para a madeira, em detrimento das folhas e raízes, pois a adição de K aliviou as restrições no uso de luz e água (ASENSIO et al., 2020). Dessa forma, segundo este autor, a fertilização das plantações de Eucalipto com potássio pode ser benéfica para melhorar o potencial produtivo e a eficiência do uso da água nas plantas.

As pesquisas relatadas na literatura mostram que as espécies de eucaliptos apresentam diferentes respostas em crescimento volumétrico, fisiológicas, morfológicas e anatomias em condições de déficit hídrico. Logo, constata-se a necessidade de melhor compreender o gênero *Eucalyptus* para seleção dos melhores materiais genéticos destinados a áreas de déficit hídrico.

1.4 Seleção genética para tolerância seca

A seleção genética e designação de materiais para cruzamento nos programas de melhoramento genético necessitam de modelagem estatística e dados experimentais completos. Assim, pode-se obter a predição dos valores genéticos e inferências sobre o controle genético das características (RESENDE & ALVES, 2020). Os caracteres mais importantes na seleção genética de *Eucalyptus* são qualidade da madeira, susceptibilidade a pragas e doenças, produtividade, tolerância a seca e geada (GONÇALVES et al., 2013). No entanto, sugere-se para melhorar a seleção genética de genótipos para tolerância a seca, além das designações experimentais, avaliações de produtividade e genética dos indivíduos.

A literatura relata resultados que colaboram para o avanço na seleção de materiais genéticos destinados a zonas áridas:

1.4.1 Seleção genômica:

A seleção genômica de *E. urophylla* × *E. grandis*, avaliados aos quatro anos e meio para eficiência do uso de água, volume e as características da madeira revelam resultados positivos de eucalipto adaptados a zonas secas. No entanto, é recomendado mais estudos com outras procedências genéticas de eucalipto para melhor avaliar o caráter eficiência do uso de água no melhoramento genético (BOUVET et al., 2020). A avaliação genômica populacional de *Pinus pinaster* identificou genes candidatos para tolerância ao stress hídrico, alguns desses genes foram considerados candidatos a novos estudos associados ao crescimento (EVENO et al, 2008). Diante disso, o autor citado revela o potencial para selecionar espécies perenes por meio de análises de seus genes, uma das formas que podem ser utilizadas para identificar indivíduos com genes de tolerância a seca e produtividade.

1.4.2 Seleção via REML/BLUP:

O *E. cladocalix* foi avaliado em famílias de meio-irmãos aos dois anos e meio meses após semeadura para melhor compreender as características de tolerância a seca. Os ambientes de déficit hídrico em que foi avaliado revela uma herdabilidade para altura de moderada e alta magnitude (0,48 e 0,78) e resultado moderado para diâmetro basal (0,26 e 0,39) (MORA, 2006). A densidade estomática e a espessura total da folha em Eucalipto já foram sugeridas como biomarcadores fenotípicos de “dieback” e déficit hídrico, inclusive, os caracteres demonstram herdabilidade média e alta acurácia (CONDÉ, et al., 2020). Diante disso, se os valores de herdabilidade forem mantidos altos será possível obter ganhos genéticos para melhorar a produtividade da espécie e a resistência a seca em zonas áridas.

Os estudos relatados apresentam resultados favoráveis na seleção de espécies perenes para a resistência a seca. Assim, recomenda-se novos estudos que avaliem aspectos de crescimento visando uma seleção mais eficiente de genótipos de eucalipto destinado a áreas de déficit hídrico.

1.5 Modelos mistos no melhoramento genético florestal

A metodologia de modelos mistos foi desenvolvida por Henderson (1973) e é aplicada para estimar componentes de variâncias e predizer os valores genéticos dos genótipos em programas de melhoramento genético. Os modelos contêm efeitos aleatórios (genéticos) e fixos (bloco, ambiente e tempo). Esses modelos, são responsáveis pelas estimativas e testes de hipótese sobre os efeitos fixos e a predição e estimativas dos componentes de variância dos efeitos aleatórios (RESENDE, 2002). O melhoramento genético de espécies perenes demanda o uso de técnicas de modelos mistos, pois é considerada melhor que as técnicas baseadas no método dos mínimos quadrados, como análise de variâncias (RESENDE, 2002). Essa metodologia tem-se tornado mais acessível e facilitada em virtude do uso de programas computacionais, como o SAS (Statistical Analysis System) (DUARTE & VENCOVCKY, 2001) e o Software Selegen REML/BLUP (RESENDE, 2016).

O software Selegen-REML/BLUP (Sistema Estatístico e de Seleção Genética Computadorizada) foi desenvolvido em 1993, destinado à análise de Modelos Lineares Mistos via REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viesada). O software foi delineado para maximizar o processo de melhoramento genético, pois promove benefícios a seleção recorrente, delineamento de cruzamentos, controle estatístico via covariável e a propagação de materiais (RESENDE, 2016). O sistema permite análises de melhor qualidade estatística, fornece parâmetros genéticos e estimativas relevantes para identificar genótipos superiores avaliados em delineamento genético-estatístico.

O procedimento para estimar parâmetros genéticos recomendado para espécies perenes, como o Eucalipto, é o REML (máxima verossimilhança restrita) / BLUP (melhor predição linear não enviesada), que permite estimar os componentes de variância e fazer a predição dos valores genéticos dos indivíduos (RESENDE, 2002). A estimativa de parâmetros genéticos pelo REML gera resultados não tendenciosas dos parâmetros e considera a covariância genética entre as observações. Já com o procedimento via BLUP pode-se lidar com casos de dados desbalanceados, desenho experimental não ortogonal e/ ou heterocedasticidade entre diferentes ambientes experimentais (SOUZA et al., 2020; RESENDE, 2002). A avaliação genética de plantas perenes pelo método de modelos mistos via REML/BLUP pode ser uma ótima ferramenta na seleção de genótipos superiores para

diversos caracteres, como produtividade, tolerância a pragas, doenças e ambientes adversos a sobrevivência.

1.6 Análise de cruzamento dialélico

Os cruzamentos dialélicos são delineamentos genéticos experimentais em que parentais são cruzados, visando avaliar a capacidade dos genitores em ser um potencial parental para gerar indivíduos superiores (CRUZ et al., 2004). Os resultados obtidos pela análise genética do delineamento de cruzamento em dialélico permite estimar os parâmetros genéticos úteis na seleção de espécies e híbridos de *Eucalyptus* superiores (GRIFFING, 1956). Além disso, fornecem informações relevantes sobre os efeitos genéticos na determinação das características silviculturais de interesse do melhoramento. O modelo possibilita decidir os melhores genitores para a população base do programa de melhoramento genético e com melhores estimativas para fornecer alelos favoráveis na geração de indivíduos superiores para o caráter de interesse silvicultural, como produtividade e sobrevivência.

O cruzamento dialélico pelo método de Griffing apresenta informações sobre capacidade geral de combinação – CGC e capacidade específica de combinação – CEC (GRIFFING, 1956). Os parâmetros genéticos de estimativa de Capacidade Geral de Combinação (CGC) e Capacidade Específica de Combinação (CEC) obtidos pela análise dialélica são um dos principais métodos adotados na seleção de genitores e cruzamentos. As populações com alta frequência de alelos favoráveis para as características de interesse do programa de melhoramento genético é o melhor meio para viabilizar genótipos com características superiores, por meio de seleção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANJUM, S. A.; XIE, X.; WANG, L.; SALEEM, M. F.; MAN, C.; LEI, W. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. **African Journal of Agriculture Research**. v. 6, n. 9, p. 2026-2032, 2011. doi: 10.5897/AJAR10.027
- ASENSIO, V.; DOMEQ, J. C.; NOUVELLON, Y.; LACLAU, J.; BOUILLET, J.; JORDAN-MEILLE, L.; LAVRES, J.; ROJAS, J. D.; GUILLEMOT, J.; ABREU-JUNIOR, C. H.; Potassium fertilization increases hydraulic redistribution and water use efficiency for stemwood production in *Eucalyptus grandis* plantations. **Environmental and Experimental Botany**. v. 176, 2020. doi: 10.1016/j.envexpbot.2020.104085
- ASSIS, T. F. & MAFIA, R. G. Hibridação e Clonagem. A. Borém (Ed.). Biotecnologia Florestal, Editora UFV, Viçosa. p. 93 – 121. 2007.
- BALDIN T.; MARCHIORI, J. N. C.; NISGOCK, S.; TALGATTI, M.; DENARDI, L. Anatomia da madeira e potencial de produção de celulose e papel de quatro espécies jovens de *Eucalyptus* L'Hér. **Brazilian Journal of Wood Science**. V. 8, pp. 114-126. 2017. doi: 10.12953/2177-6830/rcm.v8n2p114-126
- BEDON F.; MAJADA J.; FEITO I., CHAUMEIL, P.; DUPUY, J.; LOMENECH, A.; BARRE, A.; GION, J. PLOMION, C. Interaction between environmental factors affects the accumulation of root proteins in hydroponically grown *Eucalyptus globulus* (Labill.). **Plant Physiol Biochem**. v. 49, n. 1, p. 69–76, 2011. doi: 10.1016/j.plaphy.2010.09.020
- BINKLEY, D.; CAMPOE, O. C.; ALVARES, C.; CARNEIRO, R. L.; CEGATTA, I. STAPE, J. L. The interactions of climate, spacing and genetics on clonal *Eucalyptus* plantations across Brazil and Uruguay. **Forest Ecology and Management**. v. 405, p. 271 – 283, 2017. doi: 10.1016 / j.foreco.2017.09.050
- BLACKMAN, C.J.; CREEK, D.; MAIER, C.; ASPINWALL, M. J.; DRAKE, J. E.; PFAUSTSCH, S.; O'GRADY, A.; DELZON, S.; MEDLYN, B. E.; TISSUE, D. T.; CHOAT, B.; 2019. Drought response strategies and hydraulic traits contribute to mechanistic understanding of plant dry-down to hydraulic failure. **Tree Physiol**. v. 39, p. 910–924.
- BOUVET, J.; EKOMONO, C. M.; BRENDEL, O.; LACLAU, J.; BOUILLET, J. EPRON, D. Selecting for water use efficiency, wood chemical traits and biomass with genomic selection in a *Eucalyptus* breeding program. **Forest Ecology and management**. v. 465, 2020. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118092
- CALDEIRA, D. R. M.; ALVARES, C. A.; CAMPOE, O. C.; HAKAMADA, R. E.; GUERRINI, I. A.; CEGATTA, Í. R.; STAPE, J. L. Multisite evaluation of the 3-PG model for the highest phenotypic plasticity *Eucalyptus* clone in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 462, 2020. doi: 10.1016/j.foreco.2020.117989
- CAVALLI, J. P.; REICHERT, J. M.; RODRIGUES, M. F.; ARAÚJO, E. F. Composition and functional soil properties of arenosols and acrisols: Effects on eucalyptus growth and productivity. **Soil and Tillage Research**. v. 196, 2020. doi: 10.1016 /j.still.2019.104439
- CHEN, X.; LIU, C.T.; ZHANG, M.; ZHANG, H. A forest-based approach to identifying gene and gene–gene interactions. **Proceedings of the National academy of sciences**. v. 104, n. 49, p. 19199–19203, 2020. doi: 10.1073 / pnas.0709868104.

CHEN, X.; ZHAO, P.; OUYANG, L.; ZHU, L.; N. I, G; SCHÄFER; K.V. R.; Whole-plant water hydraulic integrity to predict drought-induced *Eucalyptus urophylla* mortality under drought stress. **Forest Ecology and Management**. v. 458, 2020. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118179

CONDÉ, S. A.; PICOLI, E. A. T.; CORRÊA, T. R.; DIAS, L. A. S.; LOURENÇO, R. D. S.; SILVA, F. C. S.; PEREIRA, W. L. & ZAUZA, E. A. V. Biomarkers for early selection in eucalyptus tolerant to dieback associated with déficit. **Brazilian Journal of Agricultura Sciences**. v. 15, p. 1-10, 2020. doi: 10.5039/agraria. v15i3a7515

CORRÊA, Y. R.; PICOLI, E. D. T.; SOUZA, G. A.; CONDÉ, S. A.; SILVA, N. M.; LOPES-MATTOS, L. B.; RESENDE, M. D. V.; ZAUZA, E. A. V.; ODA, S. Phenotypic markers in early selection for tolerance to dieback in *Eucalyptus*. **Industrial Crops & Products**. v. 107, p. 130–138, 2017. doi: 10.1016/j.indcrop.2017.05.032

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

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. Estimação e predição por modelo linear misto com ênfase na ordenação de médias de tratamentos genéticos. **Scientia Agricola**. v. 58, n. 1, p. 109-117, 2001. doi: 10.1590/s0103-90162001000100017

EVENO, E.; COLLADA, C.; GUEVARA, M. A.; LÉGER, V.; SOTO, A.; DÍAZ, L.; LÉGER, P.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S. C.; CERVERA, M. T.; PLOMION, C.; GÉRE-GARNIER, P. H. Contrasting patterns of selection at *Pinus pinaster* Ait. Drought stress candidate genes as revealed by genetic differentiation analyses. v. 25, n. 2., p. 417-37, 2008. doi: 10.1093/molbev/msm272

FAO, 2019. Forestry Production and Trade. FAOSTAT, 27 Rome. Disponível em:<<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO/visualize>>. Acessado em 16 de novembro de 2019.

FERNANDES, E.T., CAIRO, P.A.R. & NOVAES, A.B. Respostas fisiológicas de clones de eucalipto cultivados em casa de vegetação sob déficit hídrico. **Ciência Rural**. v. 45, p. 29 – 34, 2015. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20120152>.

FERRETO D. O. C.; REICHERT, J. M.; CAVALCANTE, R. B. L.; SRINIVASAN, R. Rainfall partitioning in young clonal plantations *Eucalyptus* species in a subtropical environment, and implications for water and forest management. **Internacional Soil and Water conservation**. v. 9, n. 3, p. 474-484, 2021. doi: 10.1016/j.iswcr.2021.01.002.

FONSECA, S. M; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA, D.; Manual prático de melhoramento genético de eucalipto. VIÇOSA – MG, ED. UFV, 2010. ISBN: 978-85-7269-383-7

FREITAS, C. H.; ELLI, E. F.; SENTELHAS, P. C.; CARNEIRO, R. L.; ALVARES, C. A.; Adaptation, calibration and evaluation of a simple agrometeorological model for wood eucalyptus productivity estimation. **European Journal of Forest Research**. v. 139, n. 5, p. 759-776, 2020. doi: 10.1007/s10342-020-01283-7

GERMON, A.; JOURDAN, C.; BORDRON, B.; ROBIN, A.; NOUVELLON, Y.; GONÇALVES, J. L. M.; CHAPUIS-LARDY, L.; PRADIER, C.; GUERRINI, I. A.; LACLAU, J. P. Consequences of clear-cutting and drought on fine roots dynamics down to 17 m in coppice-managed eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**. v. 445, p. 48-59. doi: 10.1016/j.foreco.2019.05.010

GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS A. C.; STAHL J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J. P. D.; LACLAU, J. P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in brazilian eucalypt plantations. **FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT**. v. 301, p. 6-27, 2013. doi: 10.1016/j.foreco.2012.12.030

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biological Science**, East Melbourn, v.9, p.463-493, 1956.

HODECKER, B. E.; PITA-BARBOSA, A.; BARROS, N. F.; MERCHANT, A. Water availability preceding long-term drought defines the tolerance of Eucalyptus to water restriction. **New Forests**. v. 49, n. 2, p. 173-195, 2017. doi: 10.1007/s11056-017-9612-6

HUBBARD, R. M., CARNEIRO, R. L., CAMPOE, O., ALVARES, C. A., FIGURA, M. A.; MOREIRA, G. G. Contrasting water use of two Eucalyptus clones across a precipitation and temperature gradient in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 475, 2020. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118407

IBA – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2021**, Brasília - HEDF, 2021. 93 p.

IPCC – Intergovernmental panel on climate change. Climate Change 2021. The physical Science Basis, 2021.

JURSKIS, V. Eucalypt decline in Australia, and a general concept of tree decline and dieback. **Forest Ecology Management**. v. 21, p. 1–20, 2005. doi: 10.1016/j.foreco.2005.04.026

KOZLOWSKI, T. T. & PALLARDY. S. G. Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. **The Botanical Review**. v. 68, n. 2, p. 270-334, 2002. doi: 10.1663/0006-8101(2002)068[0270:AAAROW]2.0.CO;2

MORA, F. Heredabilidad y valor genético (reml/blup) en genotipos de un eucalipto tolerante a la sequía, en el norte de Chile. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p. 145-151. 2006. ISSN 0103-9954

MÜLLER C., HODECKER B. E. R., BARROS N. F., MERCHANT A. A physiological approach for pre-selection of Eucalyptus clones resistant to drought. **iForest**. v. 13, n.1, p. 16-23, 2020. doi: 10.3832/ifor3185-012.

NAVARRETE-CAMPOS D.; BRAVO L. A.; RUBILAR R. A.; EMHART, V.; SANHUEZA, R. Drought effects on water use efficiency, freezing tolerance and survival of Eucalyptus globulus and Eucalyptus globulus × nitens cuttings. **New Forests**. v. 22, p. 119–134. 2013. doi:10.1007/s11056-012-9305-0

NÓIA, R.; AMARAL, G. C.; PEZZOPANE, J. E. M.; FONSECA, M. D. S.; CÂMARA, A. P.; XAVIER, T. M. T. Ecophysiological acclimatization to cyclic water stress in Eucalyptus. **Journal of Forestry Research**. 2019. doi: 10.1007/s11676-019-00926-9

OSAKABE, Y.; KAWAOKA, A.; NISHIKUBO, N.; OSAKABE, K. Responses to environmental stresses in woody plants: key to survive and longevity. **Journal of Plant Research**. v. 125, n. 1, p. 1-10, 2011. doi: 10.1007/s10265-011-0446-6

PFAUTSCH, S.; HARBUSCH, M.; WESOLOWSKI, A.; SMITH, R.; MACFARLANE, C.; TJOELKER, M. G.; REICH, P. B.; ADAMS, M. A; Climate determines vascular traits in the ecologically diverse genus Eucalyptus. **Ecology Letters**. v. 19, n. 3, p. 240-248. 2016. doi: 10.1111/ele.12559

PRITZKOW, C.; SZOTA, C.; WILLIAMSON, V. G.; & ARNDT, S. K. Phenotypic Plasticity of Drought Tolerance Traits in a Widespread Eucalypt (*Eucalyptus obliqua*). **Forests**. v. 11, n. 1371, 2020. doi:10.3390/f11121371

RESENDE, M. D. V. & ALVES, R. S. Linear, generalized, hierarchical, bayesian and random regression mixed models in genetics/genomics in plant breeding. **Functional plant breeding journal**. v. 2, n. 2, 2020. issn 2595-9433

RESENDE, M. D. V. & HIGA, A. R. Estratégias de melhoramento para eucaliptos visando a seleção de híbridos. **Boletim de pesquisa florestal**, Colombo, n. 21, p. 49-60. 1990.

RESENDE, M. D. V. DE. Software selegen-reml/blup: a useful tool for plant breeding. **Crop breeding and applied biotechnology**, v. 16, n. 4, p. 330 - 339, 2016. doi: 10.1590/1984-70332016v16n4a49

RESENDE, M.D.V. DE. Melhoramento de essências florestais. in: **borém, a. (ed.) melhoramento de espécies cultivadas**. viçosa: ufv, p.589 - 647,1999.

RESENDE, M.D.V. DE. O software selegen-reml/blup. **Documentos Embrapa**, campo grande, 2006.

RESENDE, M.D.V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. EMBRAPA, **Informação tecnológica**, BRASÍLIA. 2002.

ROHATYN, S.; RETENBERG, E.; RAMATI, E.; TATARINOV, F.; TAS, E.; YAKIR, D. Differential impacts of land use and precipitation on 'ecosystem water yield'. **Water resources research**. v. 54, p. 5457 – 5470, 2018. doi: 10.1029 / 2017wr022267

ROSS C. & BRACK C. *Eucalyptus viminalis* dieback in the monaro region, nsw. **Australian forestry**, v. 78, n. 4, p. 243-253, 2015. doi: 10.1080/00049158.2015.1076754

SANTOS, E. F.; MATEUS, N. S.; ROSARIO, M. O.; GARCEZ, T. B.; MAZZAFERA, P.; LAVRES, L. Enhancing potassium content in leaves and stems improves drought tolerance of eucalyptus clones. **Physiologia plantarum**. v. 172, n. 2, p. 553-563, 2020. doi: 10.1111/ppl.13228.

SCOLFORO, H. F.; MCTAGUE, J. P.; BURKHART, H.; ROISE, J.; ALVARES, C. A.; STAPE, J.L.; Modeling whole-stand survival in clonal eucalypt stands in brazil as a function of water availability. **Forest ecology and management**. v. 432, p. 1002-1012, 2019, doi: 10.1016/j.foreco.2018.10.044

SILVA, C. D., NASCIMENTO, J. S., SCARPINATI, E. A., PAULA, R. C., Classification of eucalyptus urograndis hybrids under diferente water availability based on biometric traits. **Forest systems**. v. 23, n. 2, p. 209–215, 2014. doi: 10.5424/fs/2014232-03528

SNIF - Sistema nacional de informações florestais - **Boletim SNIF**. 2020. ed. 1.

CAPÍTULO 1: Análise dialélica no melhoramento genético de híbridos de *eucalyptus* com potencial de tolerância à seca

RESUMO

As alterações climáticas globais tendem a aumentar as secas periódicas em regiões tropicais e subtropicais pela elevação da temperatura média e redução das precipitações. A intensificação dos eventos de seca pode levar a mortalidade generalizada de árvores e florestas. Nesse contexto, visando selecionar genótipos de *Eucalyptus* de alta produtividade e tolerantes à seca avaliou-se um teste de progênies de híbridos de irmãos completos de *Eucalyptus* em delineamento genético dialélico em região de déficit hídrico no município de Buritizeiro - Minas Gerais aos 2,5 anos de idade. As árvores foram avaliadas pelos caracteres silviculturais Altura total, Diâmetro à altura do peito – DAP, Volume, Incremento médio anual volumétrico – IMAvol e Sobrevivência. As combinações híbridas foram avaliadas pelo valor genotípico do cruzamento – VGC, capacidade geral de combinação dos genitores - CGC e capacidade específica de combinação – CEC do cruzamento. As estimativas dos efeitos foram obtidas pelo método de modelos mistos no software de melhoramento genético Selegen REML/BLUP. Diante disso, o presente estudo objetivou (a) obter os parâmetros genéticos dos cruzamentos de híbridos de *Eucalyptus*, (b) selecionar os melhores cruzamentos pelos valores genotípicos de combinação (VGC), e (c) estimar a capacidade geral de combinação dos genitores (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC) dos híbridos com alto caráter de produtividade IMAvol (m³/ha/ano) e sobrevivência para locais de déficit hídrico. (a) Os tratamentos avaliados indicam a existência de variabilidade genética para seleção a ser explorada em longo prazo no programa de melhoramento genético para as variáveis de crescimento e sobrevivência. (b) Os melhores cruzamentos revelam valores genotípicos de combinação positivos - VGC que chegam a 25,48 para IMAvol no cruzamento GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*) e 0.98 para sobrevivência GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*), (c) a estimativa de capacidade geral de combinação – CGC mostram os genitores GG3389 – (*E. urophylla*), AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)), VS02 - *E. camaldulensis*, LR830 - *E. longirostrata* e GG2759 - *E. urophylla* como os melhores para o caráter IMAvol, e em relação ao caráter sobrevivência, os genitores VM1 - (*E.*

urophylla × *E. camaldulensis*), AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) e LR830 - *E. longirostrata*. Os genitores AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) e LR830 - *E. longirostrata* são os melhores genitores para ambas as características combinadas, pois apresentam altos valores genéticos aditivos em produtividade e sobrevivência. A estimativa de capacidade específica de combinação – CEC demonstra ótimas estimativas de produtividade para os cruzamentos GG1883×GG4302 - (*E. urophylla*) × (*E. brassiana*), GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), GG1883×GG4304 - (*E. urophylla*) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), GG3389×GG4302 - (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*) e GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*). Os materiais classificados são considerados como os de maior potencial para o aumento da expressão do caráter e geração de progênes com maiores médias em IMAvol (m³/ha/ano) e alta sobrevivência.

Palavras-chave: Melhoramento florestal. Genética quantitativa. Dialelos. Déficit hídrico.

ABSTRACT

Global climate change tends to increase periodic droughts in tropical and subtropical regions by increasing average temperature and reducing rainfall. Intensifying drought events can lead to widespread tree and forest mortality. In this context, in order to select high productivity and drought tolerant genotypes, a test of progenies of Eucalyptus full-sib hybrids was evaluated in a diallel genetic design in a water deficit region in the municipality of Buritizeiro - Minas Gerais at 2.5 years of age. The trees were evaluated by silvicultural characters Total height, Diameter at breast height – DAP, Volume, Average annual volumetric increment – IMAVol and Survival. The hybrid combinations were evaluated by the genotypic value of the cross - VGC, general combining ability of the parents - CGC and specific combining ability - SCC of the cross. Effects estimates were obtained by the mixed models method in the genetic improvement software Selegen REML/BLUP. Therefore, the present study aimed to (a) obtain the genetic parameters of Eucalyptus hybrid crosses, (b) select the best crosses by the genotypic values of the cross (VGC), (c) estimate the general combining ability of the parents (GCC) and the specific combining ability (CEC) of hybrids with high IMAVol productivity value (m³/ha/year) and survival for water deficit site, (a) The treatments evaluated indicate the existence of genetic variability for selection to be explored in the long term in the genetic improvement program for the variables of growth and survival, (b) The best crosses reveal positive combination genotypic values - VGC that reach 25.48 for IMAVol in the cross GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*) and 0.98 for survival GG918× VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*), (c) the estimate of general combining ability – CGC show the parents GG3389 - (*E. urophylla*), AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)), VS02 - *E. camaldulensis* , LR830 - *E. longirostrata* and GG2759 - *E. urophylla* as the best for the IMAVol character, and in relation to the survival trait, the parents VM1 - (*E. urophylla* × *E. camaldulensis*), AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) and LR830 - *E. longirostrata*. AEC2034 (IMAVol:17.12 and Survival:0.69) and LR830 (IMAVol: 16.18 and Survival:0.66) are the best parents for both traits combined, as they have high additive genetic values in productivity and survival. The estimation of specific combining ability - CEC demonstrates excellent yield estimates for the crosses GG1883×GG4302 - (*E. urophylla*) × (*E. brassiana*), GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E.*

tereticornis), GG1883×GG4304 - (*E. urophylla*) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), GG3389×GG4302 - (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*) and GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*). The classified materials are considered to have the greatest potential for increasing character expression and generating progenies with higher averages in IMAvol (m³/ha/year) and high survival.

Keywords: Forest breeding. Quantitative genetics. Diallels. Water déficit.

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro contribuiu em 2021 com 12,1 bilhões de reais na arrecadação tributária nacional (IBA, 2021). Diante disso, verifica-se a importância da silvicultura na geração de recursos para o desenvolvimento do Brasil. Os programas de melhoramento genético clássico de espécies perenes é um dos pilares para redução da rotação dos plantios florestais e aumento da alta produtividade média do gênero *Eucalyptus* no Brasil. Assim, investir em melhoramento genético de Eucalipto permite o avanço da silvicultura nacional e o desenvolvimento do país pelas altas contribuições pelo setor florestal.

Os cruzamentos dialélicos são delineamentos genéticos usados em programas de melhoramento genético que consistem em hibridação de genitores com a finalidade de selecionar os melhores híbridos/espécies e melhorar a expressão do caráter silvicultural de interesse nos genótipos (CRUZ et al., 2004). Os cruzamentos podem aumentar os alelos favoráveis e aumentar as chances de gerar genótipos superiores, inclusive com maior potencial quando realizado com combinações multiespécies. Diante do exposto, salienta-se a importância de híbridos de *Eucalyptus* cruzadas em dialélos, visando a manifestação de heterose e geração de indivíduos superiores em crescimento para locais de déficit hídrico.

A seleção de genótipos em análise dialélica pelo método de estimativas CGC e CEC são usuais na avaliação de genitores e cruzamentos, visando os melhores a serem destinados a novas formações de populações de melhoramento genético (GRIFFING, 1956). As estimativas de combinação e dos parâmetros genéticos na avaliação do teste de progênies de híbridos de *Eucalyptus* com espécies potenciais para tolerância à seca podem possibilitar uma melhor compreensão dos efeitos aditivos e não-aditivos na seleção dos melhores materiais genéticos para regiões de seca.

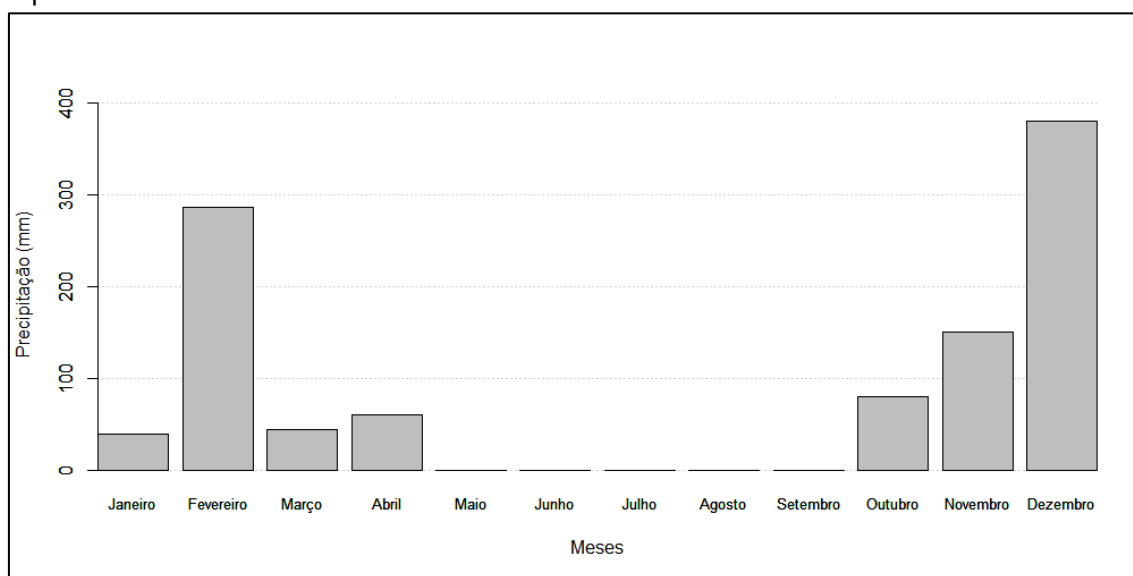
Dentro desse contexto, o presente estudo objetivou (a) obter os parâmetros genéticos dos cruzamentos de híbridos de *Eucalyptus*, (b) selecionar os melhores cruzamentos pelos valores genotípicos de combinação (VGC), e (c) estimar a capacidade geral de combinação dos genitores (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC) dos híbridos com alto caráter de produtividade IMAvol ($m^3/ha/ano$) e sobrevivência para locais de déficit hídrico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de plantio e delineamento experimental

A área experimental utilizada é um teste de progênes de híbridos de irmãos completos de *Eucalyptus* destinado a selecionar genótipos com alta produtividade e potencial de tolerância à seca (Tabela 1). O experimento foi implantado em março de 2019 na área da empresa Minasligas, empresa participante do projeto cooperativo “Tolerância de *Eucalyptus* à Seca”, no município de Buritizeiro - Minas Gerais. No período entre os anos de 2018 - 2021 a temperatura média foi de 25 °C, a temperatura mínima de 5.4 °C e a máxima de 41 °C. O total anual de precipitação durante esses anos foi em 2018 (971,5 mm), 2019 (509 mm), 2020 (1.090mm) e 2021 (1.041,5mm) (Fonte: empresa MinasLigas). Caracteriza-se como uma área experimental de déficit hídrico com alto potencial para selecionar materiais genéticos tolerantes à seca.

Figura - 1. Precipitação (mm) mensal no ano de 2021 do teste de progênes de híbridos de Eucalipto.



Fonte - Fonte: o autor.

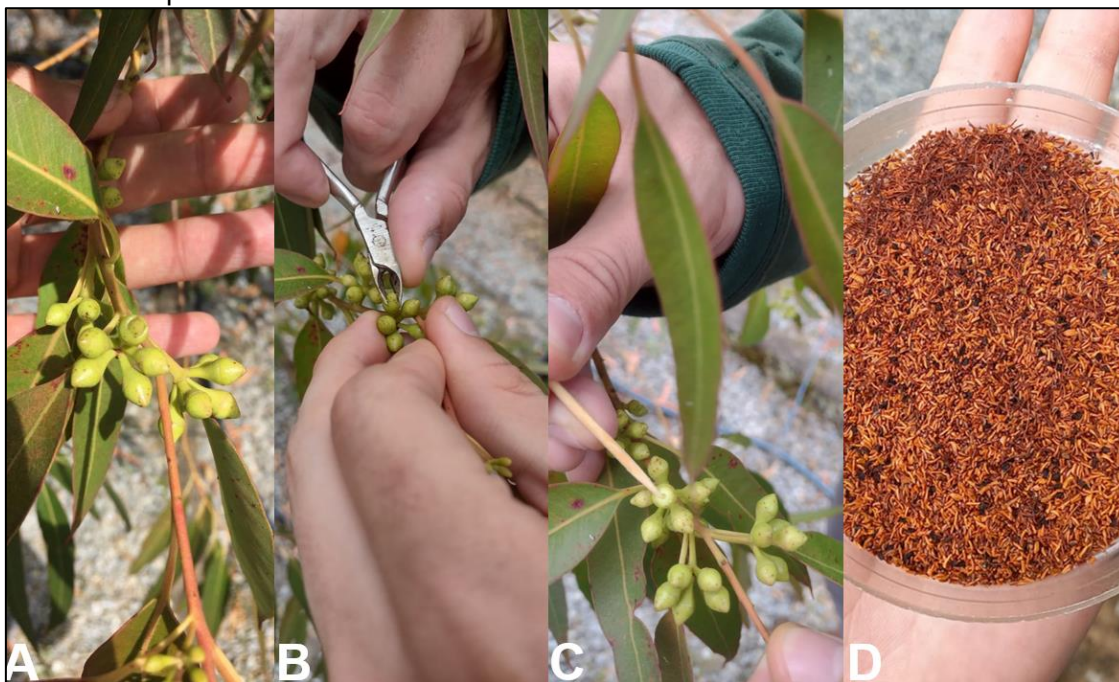
A avaliação do experimento foi realizada aos 2,5 anos após severa seca entre os meses de maio e setembro de 2021 na região do norte de Minas Gerais. Os dados obtidos no inventário florestal podem contribuir para uma seleção assertiva de genótipos com alto potencial de tolerância à seca e produtividade.

Tabela 1 - Informações de localização, bioma, coordenadas geográficas, altitude e solo da área experimental do teste de progênies de híbridos de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca e alta produtividade.

Experimento	Buritzeiro - MG
Fazenda	Fartura
Bioma	Cerrado
Coordenadas Geográficas	17° 05' 49"S 44° 53' 09" O
Altitude	570 m
Solo	Textura média/Argila 15-35%

O teste de progênies de genótipos de *Eucalyptus* contém 220 tratamentos (214 progênies de híbridos de *Eucalyptus* de irmãos completos (Tabela 2) gerados por meio da técnica de hibridação - Polinização artificialmente induzida – PAI (Figura 2) (ASSIS et al., 2005) e 6 clones comerciais como testemunhas para comparação dos resultados (Tabela 3).

Figura 2 - Protoginia Artificialmente Induzida – PAI. A – Botões Florais em estágio de pré-antese; B - Corte do opérculo com alicate; C – Polinização com o pólen; D – Semente melhorada após cerca de 6 meses



Fonte: o autor.

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
1	GG682	GG682	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>
2	GG682	GG918	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. pellita × E. brassiana)</i>
3	GG682	GG927	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>E. camaldulensis</i>
4	GG682	GG2034	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>
5	GG682	GG2759	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>E. urophylla</i>
6	GG682	GG3389	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>E. urophylla HE</i>
7	GG682	GG4302	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. brassiana)</i>
8	GG682	GG4304	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. urophylla × E. tereticornis)</i>
9	GG682	GG4383	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita)</i>
10	GG682	GG4386	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. pellita × E. brassiana)</i>
12	GG2034	GG2759	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>E. urophylla</i>
14	GG2034	GG4302	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>(E. brassiana)</i>
15	GG2034	GG4304	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>(E. urophylla × E. tereticornis)</i>
16	GG2034	GG4383	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita)</i>
17	GG2034	GG4386	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>(E. pellita × E. brassiana)</i>
18	GG2759	GG2759	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i>
19	GG2759	GG3389	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla HE</i>
20	GG2759	GG4302	<i>E. urophylla</i>	<i>(E. brassiana)</i>
21	GG2759	GG4304	<i>E. urophylla</i>	<i>(E. urophylla × E. tereticornis)</i>
22	GG2759	GG4383	<i>E. urophylla</i>	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita)</i>
24	GG3389	GG4302	<i>E. urophylla HE</i>	<i>(E. brassiana)</i>
25	GG3389	GG4304	<i>E. urophylla HE</i>	<i>(E. urophylla × E. tereticornis)</i>
26	GG3389	GG4383	<i>E. urophylla HE</i>	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita)</i>
27	GG918	VS2	<i>(E. pellita × E. brassiana)</i>	<i>E. camaldulensis</i>
28	GG2034	AEC2034	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>
29	GG2034	AEC2197	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>
30	GG2034	VS2	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>E. camaldulensis</i>
31	GG2034	VS62	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>E. camaldulensis</i>

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
32	GG2034	CNB16	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. urophylla</i> HE
33	GG3389	VS2	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
35	GG3389	CNB16	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
36	GG2759	VS2	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>
38	GG2759	CNB16	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i> HE
39	GG2759	AEC2034	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
41	GG3389	AEC2034	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
42	GG3389	AEC2197	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
43	GG2034	VT4	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
44	GG918	GG918	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
45	GG918	VS62	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
46	GG918	GG927	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
47	GG2034	VM1	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
48	GG2034	VM4	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. urophylla</i> HE
49	VM7	PQ	<i>E. urophylla</i> HE	Progênie sem identificação
50	GG682	VS2	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
51	GG682	VS62	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
52	GG682	CNB16	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
53	CNB16	BRA	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. brassiana</i>
54	CNB16	PEL	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. pellita</i>
55	GG682	VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
56	GG682	VM1	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
57	CNB16	CAM	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
58	CNB16	TER	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. tereticornis</i>
59	GG4304	VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
60	GG4304	AEC2034	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
61	GG918	GG2759	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. urophylla</i>
62	GG4304	GG4304	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
63	CNB16	VT4	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
64	CNB16	CNB16	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
65	GG918	GG4302	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. brassiana</i>)
66	GG918	GG4304	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)
67	GG918	GG4383	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)
68	GG918	GG4386	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
69	GG918	VT4	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
70	GG918	AEC2034	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
71	GG918	AEC2197	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
72	GG918	I3000	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
73	GG918	VM1	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
74	GG918	VM4	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
75	GG918	VM7	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
76	GG918	CNB16	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
77	GG918	VCC1006	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
78	GG918	VCC2880	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
79	GG4383	GG4383	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)
80	GG4383	GG4386	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
81	GG682	I3000	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
82	GG4383	VT4	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
83	GG4383	AEC2034	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
84	GG4383	AEC2197	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
85	GG4383	I3000	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
86	GG1883	GG1883	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i>
87	GG1883	GG2034	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
88	GG1883	GG2759	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i>
89	GG1883	GG3389	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i> HE
90	GG1883	GG3633	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
91	GG1883	GG4302	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. brassiana</i>)
92	GG1883	GG4304	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)
93	GG1883	GG4383	<i>E. urophylla</i>	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)
94	GG1883	GG4386	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
95	GG1883	AEC2034	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
96	GG1883	I3000	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>
97	GG1883	VM1	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
98	GG682	VCC1006	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
99	GG682	VCC2880	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
100	GG3633	GG3633	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
101	GG2759	GG4386	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
102	GG1883	VM4	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i> HE
103	GG1883	VM7	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i> HE
104	GG1883	VCC1006	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
105	GG3389	GG4386	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
106	GG1883	VCC2880	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
107	GG1883	VS2	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>
108	GG1883	CNB16	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i> HE
109	GG1883	VT4	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
110	GG3633	GG4302	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. brassiana</i>)
111	GG3389	GG3633	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
112	GG2759	VT4	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
113	GG3633	GG4304	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)
114	GG3389	I3000	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
115	GG3389	VM1	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
116	GG3389	VM4	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
117	GG3389	VM7	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
118	GG3389	VT4	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
119	GG3633	AEC2034	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
120	GG3633	AEC2197	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
121	GG3633	I3000	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
122	GG3633	VM1	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
123	GG3633	VM4	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i> HE
124	GG4302	GG4302	(<i>E. brassiana</i>)	(<i>E. brassiana</i>)
125	GG4302	GG4304	(<i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)
126	GG3389	VCC2880	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
127	GG3633	VM7	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i> HE
128	GG4302	GG4383	(<i>E. brassiana</i>)	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)
129	GG4302	GG4386	(<i>E. brassiana</i>)	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
130	GG3633	VS2	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
131	GG3633	VS62	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
132	GG4386	AEC2034	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
133	GG4302	AEC2034	(<i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
134	GG4304	AEC2197	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
135	GG3633	CNB16	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i> HE
136	GG3633	VT4	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
137	GG4302	AEC2197	(<i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
138	GG4304	I3000	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
139	GG4304	VM1	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
140	GG4304	VM4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
141	GG2034	PEL	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. pellita</i>
142	GG2034	TER	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. tereticornis</i>
143	GG682	PEL	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. pellita</i>
144	GG682	TER	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. tereticornis</i>
145	GG682	BRA	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. brassiana</i>
146	GG918	PEL	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. pellita</i>

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
147	GG1883	PEL	<i>E. urophylla</i>	<i>E. pellita</i>
148	GG1883	TER	<i>E. urophylla</i>	<i>E. tereticornis</i>
149	GG1883	BRA	<i>E. urophylla</i>	<i>E. brassiana</i>
150	GG2759	BRA	<i>E. urophylla</i>	<i>E. brassiana</i>
151	GG918	TER	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. tereticornis</i>
152	GG918	BRA	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. brassiana</i>
153	GG3389	PEL	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. pellita</i>
154	GG3389	TER	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. tereticornis</i>
155	GG3389	BRA	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. brassiana</i>
156	GG3633	PEL	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. pellita</i>
157	GG3633	TER	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. tereticornis</i>
158	GG3633	BRA	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. brassiana</i>
159	GG2759	CAM	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>
160	GG682	CAM	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
161	AEC2034	I3000	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. camaldulensis</i>
162	AEC2034	LR830	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. longirostrata</i>
163	AEC2034	LR831	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. longirostrata</i>
164	AEC2034	VM1	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
165	AEC2034	VCC2880	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
166	AEC2034	CNB16	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. urophylla</i> HE
167	AEC2034	LON	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. longirostrata</i>
168	AEC2034	CAM	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. camaldulensis</i>
169	AEC2034	TER	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. tereticornis</i>
170	AEC2197	I3000	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. camaldulensis</i>
171	AEC2197	LR830	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. longirostrata</i>
172	AEC2197	LR831	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. longirostrata</i>
173	AEC2197	VM1	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
174	AEC2197	VM4	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. urophylla</i> HE

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
175	AEC2197	VCC1006	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
176	AEC2197	VT4	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
177	I3000	VM1	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
178	I3000	VM4	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i> HE
179	I3000	VS2	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
180	I3000	VS62	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
181	I3000	CNB16	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i> HE
182	I3000	RES	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. resinifera</i>
183	I3000	TER	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. tereticornis</i>
184	VM7	VM4	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
185	VM7	PEL	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. pellita</i>
186	VM7	VS2	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
187	VM7	VCC1006	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
188	VM7	VCC2880	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
189	VM7	VS62	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
190	VM7	CNB16	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
191	VM7	CAM	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
192	VM4	VCC1006	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
193	VM4	CNB16	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
194	VM4	VM7	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
195	VM4	LON	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. longirostrata</i>
196	VM4	VCC2880	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
197	VM4	VT4	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
198	VM4	VS2	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
199	VM4	CAM	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
200	VM4	PEL	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. pellita</i>
201	VM4	BRA	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. brassiana</i>
202	VM4	TER	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. tereticornis</i>

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(conclusão)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
203	VM4	RES	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. resinifera</i>
204	VM7	VM7	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
205	VM4	BRA	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. brassiana</i>
206	VM7	LON	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. longirostrata</i>
207	VM7	TER	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. tereticornis</i>
208	VM1	VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
209	VM1	VS2	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
210	VM1	VM7	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
211	VM1	CNB16	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
212	VM1	BRA	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. brassiana</i>
213	VM1	RES	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. resinifera</i>
214	VM1	CAM	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
215	VM1	TER	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. tereticornis</i>
216	VM1	VCC1006	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
217	VM1	LON	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. longirostrata</i>
218	VM1	PEL	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. pellita</i>
219	VM1	VCC2880	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
220	VM1	VM4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. urophylla</i> HE

*G.F. Genitor Feminino; G.M. – Genitor Masculino;

Tabela 3 - Testemunhas clonais utilizadas no delineamento experimental para comparar os resultados na seleção de progênies híbridas de *Eucalyptus* com alta produtividade e potencial de tolerância à seca.

Tratamentos	Testemunhas	Espécies
11	GG2673	<i>E. urophylla</i>
13	GG1923	<i>E. urophylla</i>
23	VM1	<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>
34	AEC1528	<i>E. grandis</i> × <i>E. urophylla</i>
37	I144	<i>E. urophylla</i> HE
40	GG1980	<i>E. urophylla</i>

O delineamento experimental é do tipo blocos ao acaso com genitores não aparentados. Os 220 tratamentos foram casualizados em 20 repetições com espaçamento de 3,5 × 2,57 m (9 m²), parcela de árvore única (*Single Tree Plot* - STP) e bordadura dupla de clones I144 (*E. urophylla* HE) ao redor do ensaio.

2.2 Caracteres silviculturais

2.2.1 Altura total (ALT, m)

A altura foi mensurada utilizando um clinômetro digital tendo-se como referência a base do fuste e o topo da copa da árvore.

2.2.2 Diâmetro à altura do peito (DAP, cm)

A circunferência à altura do peito (CAP, cm) (1,30 m a partir da base da árvore) foi determinada por meio de uma fita centimétrica. Após medição do CAP foi determinado o valor de DAP (cm) pela seguinte equação:

$$DAP = \frac{CAP (cm)}{\pi}$$

Em que:

DAP: Diâmetro à altura do peito em cm;

π : Razão entre a circunferência e diâmetro de um círculo (3,14159).

2.2.3 Volume (m³):

O cálculo do volume foi determinado pela equação de Schumacher e Halli (1933) conforme descrito pela equação:

$$VOL = \frac{\pi \times DAP^2 \times Altura \times f}{40.000}$$

Em que:

VOL: Volume da árvore em m³;

DAP: Diâmetro à altura do peito em cm;

Altura: Altura total das árvores em m;

f: Fator de forma adotado (0,45) e

π : Razão entre a circunferência e diâmetro de um círculo (3,14159).

2.2.4 Sobrevivência:

A sobrevivência das árvores foi classificada pelo valor um para árvores vivas e zero para mortas na realização do inventario florestal.

2.2.5 Incremento médio anual volumétrico (IMAvol, m³/ha/ano):

O incremento médio anual volumétrico - IMAvol (m³/ha/ano) foi calculado utilizando o volume de cada árvore do experimento produzido no espaçamento de 3,5 × 2,57 m (9 m²), extrapolado para 1 ha e dividido pela idade (2,5 anos), conforme descrito pela equação:

$$IMAvol = \frac{VOL \times 10000}{22,5}$$

Em que:

IMAvol: Incremento médio anual (IMA, m³/ha/ano);

VOL: Volume da árvore em m³ no espaçamento de 9 m² aos 2,5 anos de idade.

2.3 Análise de cruzamento dialélico via modelos mistos

Os dados foram analisados via modelos mistos no Software Selegen REML/BLUP (RESENDE, 2016). O REML (máxima verossimilhança restrita) permitiu estimar os parâmetros genéticos e BLUP (melhor predição linear não viciada) permitiu prever os valores genéticos aditivos e genotípicos. O modelo estatístico adotado é adequado a teste de progênies de polinização controla obtidas em cruzamentos dialélicos de genitores não aparentados. O modelo utilizado adota a seguinte equação:

$$y = Xr + Za + Sf + Tb + e$$

Em que:

y: vetor de dados, r: vetor dos efeitos de populações (assumidos como fixos); a: vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (assumidos como aleatórios); f: vetor dos efeitos genéticos de dominância das famílias (assumidos como aleatórios); b: vetor dos efeitos dos blocos (aleatórios); e: vetor de erros ou resíduos (aleatórios). X, Z, S, e T representam as matrizes de incidência, respectivamente, para os efeitos de r, a, f, e b.

Os cruzamentos em dialelo foram realizados com 33 genitores (Tabela 4). Os genitores utilizados na formação de progênies apresentam espécies com potencial para gerar novas progênies com alta produtividade e tolerância a seca. Além disso, salienta-se que as matrizes e doadores de pólen para a geração das das progênies são provenientes da parceria entre a Universidade Federal de Viçosa – UFV e 15 empresas do setor florestal brasileiro, as quais são cooperativas do Projeto Tolerância de *Eucalyptus* à Seca.

Tabela 4 - Genitores utilizados no delineamento genético de cruzamento dialélico para geração das progênies superiores, visando alta produtividade em Incremento médio anual volumétrico - IMAvol (m³/ha/ano) e potencial de tolerância à seca.

(continua)

Genitor	Espécies
GG3389	<i>E. urophylla</i> HE
AEC2034	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
VS2	<i>E. camaldulensis</i>
LR830	<i>E. longirostrata</i>
GG2759	<i>E. urophylla</i>

Tabela 4 - Genitores utilizados no delineamento genético de cruzamento dialélico para geração das progênes superiores, visando alta produtividade em Incremento médio anual volumétrico - IMAvol (m³/ha/ano) e potencial de tolerância à seca.

Genitor	Espécies
PEL	<i>E. pellita</i>
CAM	<i>E. camaldulensis</i>
GG3633	<i>E. camaldulensis</i>
VM4	<i>E. urophylla</i> HE
VT4	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
AEC2197	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
VCC1006	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
VM1	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
VS62	<i>E. camaldulensis</i>
LR831	<i>E. longirostrata</i>
BRA	<i>E. brassiana</i>
PQ	Progênie sem identificação
GG927	<i>E. camaldulensis</i>
VCC2880	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
GG2034	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
GG682	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
GG4383	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)
GG4386	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
RES	<i>E. resinifera</i>
VM7	<i>E. urophylla</i> HE
LON	<i>E. longirostrata</i>
I3000	<i>E. camaldulensis</i>
GG1883	<i>E. urophylla</i>
TER	<i>E. tereticornis</i>
GG918	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
CNB16	<i>E. urophylla</i> HE
GG4302	(<i>E. brassiana</i>)
GG4304	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)

*HE: Híbrido espontâneo.

Os cruzamentos foram estabelecidos entre 18 genitores doadores de pólen e 33 matrizes receptoras. A técnica de Protoginia Artificialmente Induzida - PAI possibilitou gerar 214 cruzamentos de irmão completos, os quais foram os tratamentos de progênes plantadas com 6 testemunhas clonais reconhecidas no setor florestal como de alta produtividade para comparação dos resultados.

A matriz de cruzamentos possibilitou a formação de progênes híbridas com até 6 espécimes diferentes, como exemplo, GG4383 × GG4383 - ((*E. grandis* × *E. brassiana*) × *E. pellita*) × ((*E. grandis* × *E. brassiana*) × *E. pellita*) e GG4383 × AEC2034 - ((*E. grandis* × *E. brassiana*) × *E. pellita*) × (*E. urophylla* × *E. camaldulensis*)

× *E. grandis*) (Tabela 5). Diante disso, salienta-se o potencial de variabilidade genética para geração de híbridos superiores destinados a áreas de déficit hídrico e para viabilizar heterose nos indivíduos.

Tabela 5 - Matriz de cruzamentos dos 33 genitores utilizados na formação das novas progênes híbridas de *Eucalyptus*.

Genitores	AEC2034	AEC2197	CNB16	GG1883	GG2034	GG2759	GG3389	GG3633	GG4302	GG4304	GG4383	GG4386	GG682	GG918	I3000	VM1	VM4	VM7	Cruzamentos
TER	x		x	x	x		x	x					x	x	x	x	x	x	12
AEC2034				x	x	x	x	x	x	x	x	x		x					10
AEC2197					x		x	x	x	x	x			x					7
BRA			x	x		x	x	x					x	x		x	xx		10
CAM	x		x			x							x			x	x	x	7
CNB16	x		x	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	x	13
GG1883				x															1
GG2034				x									x						2
GG2759				x	x	x							x	x					5
GG3389				x		x							x						3
GG3633				x			x	x											3
GG4302				x	x	x	x	x	x				x	x					8
GG4304				x	x	x	x	x	x	x			x	x					9
GG4383				x	x	x	x		x				x	x					8
GG4386				x	x	x	x		x				x	x					8
GG682													x						1
GG918													x	x					2
GG927													x	x					2
I3000	x	x		x			x	x		x	x		x	x					9
LON	x															x	x	x	4
LR830	x	x																	2
LR831	x	x																	2
PEL			x	x	x		x	x					x	x		x	x	x	10
PQ																		x	1
RES															x	x	x		3
VCC1006		x		x									x	x		x	x	x	7
VCC2880	x			x			x						x	x		x	x	x	8
VM1	x	x		x	x		x	x		x			x	x	x				10
VM4		x		x	x		x	x		x				x	x				10
VM7				x			x	x						x		x	x		7
VS2				x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	x	11
VS62					x			x					x	x	x			x	6
VT4		x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		x	x		13
Cruzamentos	9	7	6	22	15	12	18	16	6	7	6	1	22	22	7	13	13	12	214

*Materiais das linhas da matriz são matrizes receptoras de pólen e das colunas doadores

2.4 Estimativas dos efeitos de capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC)

Os cruzamentos em dialélo foram realizados com 33 genitores não aparentados. As estimativas de efeito CGC e CEC foram previstas via metodologia de modelos mistos e método REML/BLUP (Restricted Maximum Likelihood/ Best Linear Unbiased Predictor) no software de melhoramento genético Selegen REML/BLUP (RESENDE et al., 2016). Os genitores do teste de progênes foram ordenados com base nos valores genéticos ($u+a$) dos caracteres IMAvol ($m^3/ha/ano$) e sobrevivência.

Os ganhos dos genitores pela estimativa de capacidade geral de combinação – CGC foram calculados pela seguinte equação:

$$Ganho (\%) = \frac{\left((u + a_{gs}) - \bar{X}_g \right)}{\bar{X}_g} \times 100$$

Em que:

Ganho (%) = Ganho calculado na seleção para CGC; $(u + a_{gs})$ = Valor genético dos genitores; \bar{X}_g = Média geral da população de árvores das progênes para IMAvol ($m^3/ha/ano$) e Sobrevivência.

A Capacidade Específica de Combinação – CEC é o desempenho de uma progênie produzida pela combinação de genitores específicos menos a Capacidade Geral de Combinação – CGC dos genitores. A CEC depende apenas da ação gênica não aditiva ($u+g$), ou seja, dominância. A estimativa dos valores de CEC para as famílias foram obtidas para o IMAvol ($m^3/ha/ano$) e sobrevivência, visando identificar famílias com combinações superiores e de maiores valores de dominância.

2.4.1 Seleção das melhores famílias

Os valores genotípicos do cruzamento (VGC) foram previstos via metodologia de modelos mistos e método REML/BLUP (Restricted Maximum Likelihood/ Best Linear Unbiased Predictor) no software de melhoramento genético Selegen

REML/BLUP (RESENDE et al., 2016). Os dados foram analisados pelos caracteres silviculturais IMAvol (m³/ha/ano) e sobrevivência das famílias.

A VGC estimada pelo Software é calculada pela seguinte equação:

$$VGC = u + 0,5 (A1 + A2) + CEC$$

Em que:

u: Média geral da população para o caráter de interesse;

A1 e A2: Valor genético aditivo dos genitores;

CEC: Capacidade específica de combinação;

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise de deviance

A análise de deviance revela valores significativos de herdabilidade para todos os caracteres silviculturais avaliados no teste de progênies com híbridos de eucalipto ($p < 0,05$). Os resultados apresentados indicam a existência de variabilidade genética para seleção a ser explorada em longo prazo no programa de melhoramento genético para as variáveis silviculturais de interesse (Tabela 6). As variáveis de produtividade IMAvol (m³/ha/ano) e sobrevivência foram consideradas as de maior relevância na seleção dos híbridos com potencial de tolerância à seca e alta produtividade, pois pode-se selecionar progênies com alto crescimento por área e de baixa mortalidade.

Tabela 6 - Análise de deviance para os caracteres de crescimento Altura total (m), Diâmetro à altura do peito (DAP), Volume (VOL), IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência dos híbridos de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca e alta produtividade aos 2,5 anos em delineamento genético de cruzamento dialélico.

(continua)

Caráter	Deviance		LRT
ALTURA	Modelo Reduzido	4483,39	14,6**
	Modelo Completo	4468,79	
DAP	Modelo Reduzido	5562,01	16,91**
	Modelo Completo	5545,1	
VOL	Modelo Reduzido	-16826,06	15,31**
	Modelo Completo	-16841,37	

IMAvol	Modelo Reduzido	11133,98	15,31**
	Modelo Completo	11118,67	
SOB	Modelo Reduzido	-2144,36	75,81**
	Modelo Completo	-2220,17	

LRT :Teste de razão de verossimilhança; Qui-quadrado (χ^2) tabelado: 3,84 para o nível de significância de 5% (**) com 1 grau de liberdade; ALT: Altura total (m); DAP: Diâmetro à altura do peito; VOL: Volume (m^3); IMAvol: Incremento Médio Anual Volumétrico ($m^3/ha/ano$) e SOB: Sobrevivência (%).

3.2 Parâmetros genéticos

A análise estatístico-genética apresentou as estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres silviculturais IMAvol ($m^3/ha/ano$) e Sobrevivência das progênes híbridas de *Eucalyptus* (Tabela 7). A análise permite avaliar a variação genética da população de melhoramento e pelos caracteres de interesse realizar uma seleção mais assertiva dos melhores materiais genéticos a serem destinados a plantios em áreas de déficit hídrico. As árvores foram avaliadas pelos caracteres IMAvol ($m^3/ha/ano$) e Sobrevivência, visando uma seleção adequada de progênes e indivíduos com alto crescimento volumétrico por área e baixa mortalidade.

A classificação das magnitudes de herdabilidade individual (h^2a) são identificadas de acordo com Resende (2002) como: baixa, quando varia de 0,01 a 0,15; moderada, ao variar de 0,15 a 0,50; e alta, quando acima de 0,50. Os caracteres de interesse apresentam na seleção dos genótipos elite herdabilidade individual (h^2a) de baixa magnitude para IMAvol ($m^3/ha/ano$) e moderada para sobrevivência (Tabela 7). Avaliação de h^2a na seleção de espécies/híbridos de progênes de irmãos completos de Eucalipto avaliados aos 2 anos de idade para Volume (m^3) e sobrevivência apresenta valores de 0,29 e 0,22, respectivamente (HENRIQUE et al., 2018). O resultado para a variável de crescimento é de magnitude superior e para sobrevivência similar. As estimativas corroboram com o avanço do melhoramento genético das progênes de irmãos completos de Buritizeiro – MG.

A média geral do experimento foi de 14,68 para IMAvol e 52% de sobrevivência. A alta mortalidade dos indivíduos no teste de progênes revela potencial para selecionar os melhores espécimes em avaliações estatístico-genéticas.

Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres de produtividade IMAvol ($m^3/ha/ano$) e Sobrevivência das progênes híbridas de *Eucalyptus* com potencial de a tolerância à seca e alta produtividade aos 2,5 anos.

Parâmetros genéticos	IMAvol ($m^3/ha/ano$)	Sobrevivência
h^2a	$0,09 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,02$
h^2g	0,62	0,43
h^2fam	0,60	0,56
Acurácia	0,75	0,90
Média geral	14,68	0,52

h^2a : Herdabilidade individual no sentido restrito; h^2g : herdabilidade individual no sentido amplo; h^2fam : Herdabilidade da média da família; Acurácia: Acurácia Média Seletiva.

O parâmetro herdabilidade da média da família (h^2fam) apresenta valores de 0,56 (sobrevivência) e 0,60 (IMAvol). Resultado para o caráter volume aos 4,8 anos para a espécie *E. urophylla* revela valor igual a 0,92 (ROCHA et al., 2007). O resultado apresentado é em relação a única espécie em cruzamento de meio-irmão em idades superior à do teste de Buritizeiro – MG. A acurácia refere-se à correlação entre o valor verdadeiro dos tratamentos e os genéticos estimados a partir das informações do experimento (RESENDE & DUARTE, 2007). Os valores obtidos são promissores na idade de avaliação e observa-se magnitude de acurácia média que chegam a 0,90 para sobrevivência e 0,75 para IMAvol. Os resultados de acurácia são considerados como: muito alto para sobrevivência e alto para IMAvol (RESENDE & DUARTE, 2007). Diante disso, pode-se obter indivíduos com confiabilidade dentro das famílias das progênes avaliados em delineamento genético para as variáveis IMAvol ($m^3/ha/ano$) e Sobrevivência.

Os dez genitores: VM1 - (*E. urophylla* × *E. camaldulensis*), VM4 - *E. urophylla* HE, AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)), GG3633 - *E. camaldulensis*, GG3389 - *E. urophylla* HE, GG2759 - *E. urophylla*, GG2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)), VT4 - (*E. camaldulensis* × *E. grandis*), AEC2197 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) e VS2 - *E. camaldulensis*, estão entre os vinte melhores genitores classificados para ganhos genéticos de seleção pelo caráter IMAvol ($m^3/ha/ano$) (Tabela 9). Observa-se que esses genitores apresentam acurácia superior a 70% (IMAvol ($m^3/ha/ano$)) e 90% (Sobrevivência), características de interesse na seleção (Tabela 8). O resultado revela que esses genitores podem contribuir de forma efetiva e com alto potencial genético para formação de progênes e complementariedade genética nos cruzamentos na geração de indivíduos elite.

Tabela 8 - Ordenamento das melhores acurácias dos genitores em delineamento genético dialélico para os caracteres de IMAvol ($m^3/ha/ano$) e Sobrevivência.

Ranking	Genitor	Acurácia (IMAvol)	Acurácia (SOB)
1	GG918	0,84	0,93
2	VM1	0,82	0,93
3	GG682	0,81	0,93
4	GG4304	0,81	0,92
5	GG1883	0,81	0,93
6	VM4	0,81	0,93
7	AEC2034	0,80	0,92
8	GG3633	0,80	0,93
9	CNB16	0,80	0,93
10	GG3389	0,80	0,93
11	GG4302	0,80	0,91
12	VM7	0,80	0,92
13	GG4383	0,79	0,91
14	GG2759	0,78	0,92
15	GG2034	0,77	0,91
16	I3000	0,76	0,91
17	TER	0,75	0,89
18	VT4	0,73	0,90
19	AEC2197	0,73	0,90
20	VS2	0,71	0,89

*Genitores em negrito estão entre os 20 melhores classificados pelos valores genéticos aditivos para o caráter silvicultural IMAvol ($m^3/ha/ano$).

3.3 ESTIMATIVAS DOS EFEITOS DA CAPACIDADE GERAL DE COMBINAÇÃO (CGC) E CAPACIDADE ESPECÍFICA DE COMBINAÇÃO (CEC)

O delineamento genético em cruzamento dialélico pelo método de Griffing revela informações sobre os parâmetros genéticos da capacidade geral de combinação – CGC e capacidade específica de Combinação – CEC (GRIFFING, 1956). A avaliação de CGC dos genitores indica pelos valores genéticos aditivos ($u+a$) a magnitude de diferença da média dos cruzamentos participantes em relação à média geral de todos os híbridos (CRUZ et al., 2004). Os valores de magnitude negativa ou positiva, expressam o quanto o genitor é importante em relação aos demais genitores presentes nos cruzamentos. A inferência desse resultado norteia o melhorista, pois visando aumentar o caráter de interesse procura-se genitores com maior valor positivo, enquanto negativos reduzir.

Os 20 melhores genitores em destaque para as estimativas de capacidade geral de combinação mostram ganhos em relação à média geral para IMAvol ($m^3/ha/ano$) que chegam a 24,6% para o material da empresa Gerdau GG3389 (*E.*

urophylla HE) (Tabela 9). O ganho genético para o material GG3389 – (*E. urophylla*) aproxima-se do valor encontrado para progênies de meios-irmãos de *E. grandis* avaliado pelo volume aos 58 meses de idade, corroborando com o alto potencial de seleção desse genitor para produtividade. Os materiais classificados foram considerados como os de maior potencial para o aumento da expressão do caráter e consequente geração de progênies com maiores médias em IMAvol ($m^3/ha/ano$) na formação de uma população de melhoramento genético de híbridos de *Eucalyptus*.

A análise genética revela em destaque os genitores GG3389 – (*E. urophylla*) (Figura 3), AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)), VS2 - *E. camaldulensis*, LR830 - *E. longirostrata* e GG2759 - *E. urophylla* com valores de ganhos superiores à 10% em relação à média geral da população do teste de progênies em avaliação para o caráter de produtividade. Os três melhores genitores em ordem pelo ganho genético em relação ao caráter sobrevivência são o VM1 – (*E. urophylla* × *E. camaldulensis*) (47,42), AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) (32,48) e LR830 - *E. longirostrata* (27,38), podem ser potenciais genitores para gerar progênies com alelos favoráveis para maior sobrevivência em áreas de déficit hídrico. Os resultados de ótima sobrevivência e maior crescimento desses materiais podem estar associados as espécies da seção Exsertaria (Subgênero *Symphomyrtus*). Além disso, resultados de ótimo crescimento para a espécie não comercial *E. longirostrata* também foi encontrado em avaliações em diferentes condições climáticas (SILVA, et al., 2017).

Os genitores AEC2034 e LR830 são os melhores genitores para as características de produtividade e sobrevivência combinadas, pois apresentam altos valores genéticos aditivos para ambas as características. Nesse contexto, sugere-se que são potenciais genitores para combinações genéticas e formação de novos híbridos de *Eucalyptus* no Projeto Tolerância de *Eucalyptus* à Seca, visando obter indivíduos superiores com maior expressão do caráter de produção e sobrevivência.

Tabela 9. Ordenamento dos melhores genitores pela estimativa de capacidade geral de combinação (CGC) e ganhos preditos para o caráter IMAvol ($m^3/ha/ano$) e correspondência em sobrevivência.

(continua)					
Ranking	Genitor	(u+a) (IMAVol)	(u+a) (SOB)	GISG (Imavol)	GISG(SOB)
1	GG3389	18,29	0,39	24,59	-25,77
2	AEC2034	17,12	0,69	16,64	32,48

Tabela 9. Ordenamento dos melhores genitores pela estimativa de capacidade geral de combinação (CGC) e ganhos preditos para o caráter IMAvol ($m^3/ha/ano$) e correspondência em sobrevivência.

Ranking	Genitor	(u+a) (IMAvol)	(u+a) (SOB)	GISG (Imavol)	(conclusão)
					GISG(SOB)
3	VS2	16,47	0,49	12,16	-6,12
4	LR830	16,18	0,66	10,19	27,38
5	GG2759	16,15	0,32	10,03	-38,19
6	PEL	16,09	0,53	9,63	1,65
7	CAM	15,97	0,46	8,78	-12,31
8	GG3633	15,80	0,36	7,63	-31,15
9	VM4	15,76	0,47	7,37	-8,94
10	VT4	15,64	0,48	6,56	-7,94
11	AEC2197	15,48	0,30	5,42	-42,31
12	VM1	15,36	0,77	4,66	47,42
13	VCC1006	15,35	0,23	4,58	-56,13
14	VS62	15,18	0,61	3,39	18,00
15	LR831	15,01	0,60	2,27	14,42
16	BRA	14,97	0,37	1,96	-28,15
17	PQ	14,96	0,52	1,92	0,52
18	GG927	14,89	0,63	1,45	21,85
19	VCC2880	14,86	0,42	1,23	-19,73
20	GG2034	14,67	0,41	-0,10	-20,40

*Valor genético aditivo (Capacidade geral de combinação - CGC); *PQ - Genitor sem identificação; *GISG (IMAvol, $m^3/ha/ano$) – Ganho individual de seleção do genitor em relação à média da população geral para IMAvol - 14,68 $m^3/ha/ano$) e GISG (SOB, %) - Ganho individual de seleção do genitor em relação à média da população geral para sobrevivência - 52%).

A seleção de populações com alta frequência de alelos favoráveis é o mais indicado para aumentar a possibilidade de obter genótipos elite (SCAPIM et al., 2002). A recomendação de genitores com alto valor genético positivo para o caráter IMAvol e sobrevivência, pode viabilizar um rápido aumento de alelos favoráveis dos cruzamentos, pois são matérias com mérito genético para transmitir a seus descendentes. A geração de novas progênies pelo direcionamento de cruzamentos dos melhores genitores pode viabilizar maior potencial de ganhos genéticos nos caracteres de interesse, e assim reduzir futuros custos no programa de melhoramento genético. Além disso, pode-se avaliar os genitores de Eucalipto nas combinações híbridas de capacidade específica de combinação – CEC. Os cruzamentos ordenados pela CEC com genitores de boa CGC apresentam potencial para obter uma ótima complementação genética.

A Capacidade Específica de Combinação – CEC é o desempenho de uma progênie produzida pela combinação de genitores específicos menos a Capacidade Geral de Combinação – CGC dos genitores. A CEC depende apenas da ação gênica

não aditiva (u+g), ou seja, dominância. A combinação dos cruzamentos revela genótipos com alto valor de dominância e potencial para obtenção de heterose. O efeito CEC apresenta valores que chegam a 6 para o caráter de crescimento (Tabela 10). O ordenamento revela progênies com valores positivos que podem nortear o melhorista para seleção de indivíduos de progênies a serem clonados, visando aumentar a potencial produtividade em áreas de restrição hídrica.

Os cinco melhores na classificação para produção em IMAvol são os cruzamentos GG1883×GG4302 - (*E. urophylla*) × (*E. brassiana*), GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), GG1883×GG4304 - (*E. urophylla*) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), GG3389×GG4302 - (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*) e GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*). O genitor GG3389 - (*E. urophylla* HE) é um ótimo combinador geral para produtividade e ao ser cruzado com GG4304 - (*E. urophylla* × *E. tereticornis*) e GG4302 - (*E. brassiana*) observa-se alto efeito CEC, diante disso, pode-se viabilizar indivíduos superiores.

As estimativas de CEC para os 20 melhores classificados pelo IMAvol (m³/ha/ano) apresentam valores superiores para sete materiais clonais de *Eucalyptus* (*E. grandis* × *E. urophylla*) avaliados aos 3 anos de idade (Teixeira et al., 2013). Os dialelos das progênies indicam a existência de efeitos não aditivos superiores a clones híbridos de *Eucalyptus* e a presença de dominância. Salienta-se que a presença do efeito de dominância é utilizada na seleção clonal de indivíduos da população de melhoramento, pois maximiza os ganhos genéticos na capitalização total da variância genética (AGUIAR et al., 2007).

O uso de híbridos multiespécies de *Eucalyptus* pode manifestar a heterose para alto crescimento e a complementariedade de certas espécies à adaptação a diferentes ambientes (ASSIS & MAFIA, 2007). Constata-se que todos os indivíduos selecionados são híbridos com duas a quatro espécies e existe alto número de cruzamentos com *E. urophylla* e *E. camaldulensis*, revelando a importância de genótipos híbridos e das espécies especificadas para gerar genótipos com alto valor genotípico destinados a clonagem. SANTOS et al., 2013, revela em avaliação de híbridos de *Eucalyptus* por meio do caráter IMAvol para geração de clones, o potencial de híbridos “three-way cross”, formados por três diferentes espécies, como: *E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*) e *E. saligna* × (*E. grandis* × *E. urophylla*). Nesse contexto, os híbridos das melhores progênies classificadas pela estimativa de CEC para IMAvol

apresentam potencial para serem clonadas e aumentar a produtividade em plantios comerciais em áreas de déficit hídrico.

Tabela 10 - Ordenamento das melhores estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) para o caráter IMAvol ($m^3/ha/ano$) e correspondência em Sobrevivência.

Ranking	Tratamentos	Progênes	CEC (IMAvol)	CEC (SOB)
1	91	GG1883xGG4302	6,12	0,16
2	25	GG3389xGG4304	5,37	0,06
3	92	GG1883xGG4304	5,22	0,15
4	24	GG3389xGG4302	4,65	0,13
5	45	GG918xVS62	4,47	0,16
6	86	GG1883xGG1883	4,19	0,04
7	208	VM1xVT4	4,06	0,01
8	199	VM4xCAM	3,96	0,20
9	158	GG3633xBRA	3,85	0,02
10	22	GG2759xGG4383	3,54	0,16
11	36	GG2759xVS02	3,39	0,11
12	184	VM7xVM4	3,14	0,14
13	162	AEC2034xLR830	2,71	-0,02
14	177	I3000xVM1	2,68	0,15
15	65	GG918xGG4302	2,55	-0,04
16	10	GG682xGG4386	2,33	0,04
17	82	GG4383xVT4	2,32	-0,08
18	110	GG3633xGG4302	2,30	-0,08
19	163	AEC2034xLR831	2,22	0,12
20	161	AEC2034xI3000	2,06	-0,10

A clonagem permite a multiplicação em grande escala das árvores selecionadas e a formação de florestas homogêneas. Diante disso, pode-se clonar indivíduos das progênes GG1883xGG4302 - (*E. urophylla*) × (*E. brassiana*), GG918xVS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*), GG1883xGG4304 - (*E. urophylla*) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), e VM4xCAM – (*E. urophylla* HE × *E. camaldulensis*), pois são cruzamentos de alto valor de combinação específica para os caracteres IMAvol e Sobrevivência. Salienta-se que as estimativas de CEC para IMAvol ($m^3/ha/ano$) desses materiais são superiores aos encontrados na seleção de espécies/híbridos de progênes de irmãos completos de Eucalipto avaliados aos 2 anos de idade para os caracteres (Altura, Diâmetro à altura do peito e Volume) (HENRIQUE et al., 2018) e para IMAvol ($m^3/ha/ano$) em materiais clonais de *Eucalyptus* (*E. grandis* × *E. urophylla*) avaliados aos 3 anos de idade (Teixeira et al., 2013).

Assim, verifica-se o potencial de viabilizar materiais para aumentar a produtividade e sobreviverem em áreas de déficit hídrico pela formação de população clonal de indivíduos dessas progênes.

3.4 Seleção das melhores famílias

Constatam-se valores de VGC que chegam a 25,48 para IMAvol (m³/ha/ano) no cruzamento GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*) e 0,98 para sobrevivência GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*). Os valores encontrados revelam potencial para seleção de indivíduos desses cruzamentos, visando obter produções excepcionais por meio de maior número de repetições em novos testes. Observa-se nos dois cruzamentos as espécies *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*, as quais são espécies encontradas em áreas de ocorrência de déficit hídrico na Austrália (FONSECA et al; 2010).

Os 20 melhores cruzamentos revelam valores positivos de VGC para produtividade que variam entre 25,48 (GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*)) e 23 (VM7×VM40 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* HE)), e para sobrevivência entre 0,90 (AEC2034×LR831 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) × (*E. longirostrata*)) e 0,35 (GG2759×CAM - (*E. urophylla*) × (*E. camaldulensis*)). Constata-se cruzamentos que apresentam altos valores positivos que podem viabilizar indivíduos com maior sobrevivência e produtividade em áreas de déficit hídrico (Tabela 11).

Tabela 11. Ordenamento das melhores famílias pelos Valores Genotípicos de Combinação (VGC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e correspondência para sobrevivência.

Ranking	Tratamentos	Progênes	VGC (IMAvol)	VGC (SOB)
1	25	GG3389×GG4304	25,48	0,85
2	199	VM4×CAM	25,02	0,80
3	36	GG2759×VS02	24,88	0,66
4	24	GG3389×GG4302	24,87	0,90
5	208	VM1×VT4	24,75	0,77
6	41	GG3389×AEC2034	24,66	0,68
7	162	AEC2034×LR830	24,55	0,80
8	158	GG3633×BRA	24,43	0,52
9	33	GG3389×VS02	23,92	0,61
10	22	GG2759×GG4383	23,88	0,83
11	91	GG1883×GG4302	23,74	0,88

(continua)

Tabela 11. Ordenamento das melhores famílias pelos Valores Genotípicos de Combinação (VGC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e correspondência para sobrevivência.

Ranking	Tratamentos	Progênes	VGC (IMAvol)	VGC (SOB)
12	153	GG3389×PEL	23,62	0,53
13	163	AEC2034×LR831	23,48	0,90
14	45	GG918×VS62	23,46	0,98
15	26	GG3389×GG4383	23,31	0,81
16	39	GG2759×AEC2034	23,27	0,67
17	159	GG2759×CAM	23,21	0,35
18	155	GG3389×BRA	23,11	0,47
19	200	VM4×PEL	23,07	0,76
20	184	VM7×VM4	23,00	0,74

(conclusão)

*Valores genotípicos de combinação – VGC; VGC (IMAvol): Incremento Médio Anual Volumétrico em m³/ha/ano; VGC (SOB): Sobrevivência.

As progênes GG3389×GG4302 - (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*), AEC2034×LR831 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) × (*E. longirostrata*) e GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*) são as de maior valor VGC para a sobrevivência (Maior e igual a 90%) e produtividade. Constata-se que são os melhores cruzamentos, pois apresentam valores positivos e superiores em relação aos demais híbridos para ambas as características avaliadas. As progênes com esse potencial podem ser recomendadas para seleção de indivíduos, uma vez que são superiores em relação a adaptação a zonas áridas e produtividade em relação as demais progênes do experimento.

A observação em campo das progênes revela indivíduos com ótimo potencial para seleção, uma vez que se encontram espécimes com forma ideal para fuste e poucos galhos (Figura 3). As características de forma das árvores são informações relevantes na seleção de indivíduos superiores a serem recomendados para plantios comerciais, visando redução de gastos com manejo florestal e geração de produtos florestais como celulose, carvão vegetal e madeira maciça.

Figura 3. A – Progênes 36 - GG2759×VS2 e B - 24 (GG3389×GG4302).



Fonte: o autor

A alta mortalidade das árvores no experimento revela potencial para selecionar os melhores materiais genéticos destinados a áreas de baixa disponibilidade hídrica. Os melhores cruzamentos classificados pelo valor genotípico de combinação - VGC para IMAvol ($m^3/ha/ano$) é o GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*) e sobrevivência GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*). No contexto do projeto de Tolerância de *Eucalyptus* à seca, novos cruzamentos podem ser realizados com os melhores cruzamentos de melhor capacidade geral e específica de combinação, aumentando o número de indivíduos com potencial de seleção das melhores progênes geradas no projeto.

Essas novas progênes geradas entre os melhores genitores do projeto, podem dar origem a excelentes indivíduos com alto potencial genético para um projeto de clonagem individual de progênes, que pode acelerar a geração e seleção de clones para as áreas de déficit hídrico no país.

4. CONCLUSÕES

Os parâmetros genéticos obtidos revelam possibilidade de ganhos positivos, por meio de seleção para os caracteres de crescimento e sobrevivência e indicam a existência de variabilidade genética no programa de melhoramento florestal. Diante disso, possibilita a seleção de progênies superiores para locais com condições de restrição hídrica.

Os melhores cruzamentos selecionados pelos valores genotípicos de combinação – VGC revelam valores positivos para as características de IMAvol e Sobrevivência. As progênies GG3389×GG4302 - (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*), AEC2034×LR831 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) × (*E. longirostrata*) e GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*) são as de maior valor VGC para as características de interesse (IMAvol (m³/ha/ano) e sobrevivência) combinadas.

A estimativa de capacidade geral de combinação – CGC mostram os genitores GG3389 - (*E. urophylla*), AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)), VS2 - *E. camaldulensis*, LR830 - *E. longirostrata* e GG2759 - *E. urophylla* como os cinco melhores em relação à média geral da população para o caráter IMAvol. Os três melhores genitores para o caráter sobrevivência são o VM1 – (*E. urophylla* × *E. camaldulensis*), AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) e LR830 - *E. longirostrata*. A estimativa de capacidade específica de combinação – CEC demonstra ótimos valores para produtividade nos cruzamentos GG1883×GG4302 - (*E. urophylla*) × (*E. brassiana*), GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), GG1883×GG4304 - (*E. urophylla*) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), GG3389×GG4302 - (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*) e GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*). Assim, por meio desses cruzamentos pode-se viabilizar indivíduos com maior valor de dominância em comparação aos demais cruzamentos.

Os materiais classificados são considerados como os de maior potencial para o aumento da expressão do caráter e geração de progênies com maiores médias em IMAvol (m³/ha/ano) e alta sobrevivência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, M.S.; FERREIRA, D.F.; AGUIAR, A. M.; BISON, O.; REZENDE, G. D. S. P.; GRATTAPAGLIA, D. Potencial de híbridos entre clones-elite de eucalipto por meio de marcadores microssatélites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 1007–1012, 2007.
- ASSIS, T. F. & MAFIA, R. G. **Hibridação e Clonagem**. A. Borém (Ed.). Biotecnologia Florestal, Editora UFV, Viçosa. p. 93 – 121. 2007
- ASSIS, T. F.; WARBURTON P.; HARWOOD, C. Artificially induced protogyni: an advance in the controlled pollination of *Eucalyptus*. **Australian Forestry**. v.68, n. 1, p-27-33, 2005.
- CABRAL, P. D. S.; AMARAL JÚNIOR, A. T. DO; VIANA, A. P.; VIEIRA, H. D.; FREITAS, I. L. DE J.; VITTORAZZI, C.; VIVAS, M. Combining ability between tropical and temperate popcorn lines for seed quality and agronomic traits. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 4, p. 256–263, 2015.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa - MG: Editora UFV, 2004.
- FONSECA, S. M; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA, D.; **Manual prático de melhoramento genético de eucalipto**. Viçosa – MG, ED. UFV, 2010.
- GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS A. C.; STAHL J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J. P. D.; LACLAU, J. P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in brazilian eucalypt plantations. **Forest ecology and management**. v. 301, p. 6-27, 2013. doi: 10.1016/j.foreco.2012.12.030
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biological Science**, East Melbourn, v.9, p.463-493, 1956.
- HENRIQUES, E. P.; NUNES, A. C. P.; MORAES, M. L. T.; RESENDE, M. D. V.; SEBEN, A. M.; MORAES, M. A. Seleção genética em teste de progênies de irmãos completos de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 46, n. 119, p. 405-413, 2018 doi. dx.doi.org/10.18671/scifor.v46n119.08
- IBA – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório 2021**, Brasília-DF, 2021. 93 p.
- RAHATYN, S.; RETENBERG, E.; RAMATI, E.; TATARINOV, F.; TAS, E.; YAKIR, D. Differential impacts of land use and precipitation on 'ecosystem water yield. **water resources research**. v. 54, p. 5457 – 5470, 2018. doi: 10.1029/ 2017wr022267
- RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182–194, 2007.
- ROCHA, M. G. B.; PIRES, I. E.; ROCHA, R. B.; XAVIER, A.; CRUZ, C. D. seleção de genitores de *eucalyptus grandis* e de *eucalyptus urophylla* para produção de híbridos interespecíficos utilizando reml/ blup e informação de divergência genética. *Revista Árvore*, v.31, n.6, p.977-987, 2007

SANTOS, G. A.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, L. D.; HIGA, A.; ASSIS, T. F. Adaptabilidade de híbridos multiespécies de eucalyptus ao estado do rio grande do sul. **Revista Árvore**. v.37, n.4, p.759-769, 2013. doi: doi.org/10.1590/s0100-67622013000400019 .

SILVA, P. H. M.; LEE, D. J.; MIRANDA, A. C.; MARINO, C. L.; MORAES, M. L. T.; PAULA, R. C. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies de eucalipto em diferente condições climáticas. *Scientia Forestalis*, v. 45, 2017. doi: 10.18671/scifor.v45n115.13

SCAPIM, C. A.; PATTO, C. A.; PACHECO, A. T.; BRACCINI, R. J. B. Análise dialélica e heterose de populações de milho-pipoca. *Bragantia*, Campinas, v. 61, n. 3, p. 219-230, **Bragantia**, v. 61, n. 3, p. 219–230, 2002.

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 9, p. 719-734, 1933.

TEIXEIRA, J. E. C.; BONINE, C. A. V.; DIAS, D. C.; SCARPINATI, E. A.; AGUIAR, A. M.; TOLEDO, F. H. R. B.; TAMBARUSSI, E. V.; VENVOVSKY, R. Cruzamentos dialélicos entre clones elite de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 100, p. 497-505, dez. 2013

CAPÍTULO 2: Seleção estatístico-genética em teste de progênes de híbridos de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca

RESUMO

As projeções climáticas futuras preveem severos e longos períodos de seca que podem afetar a produtividade dos plantios de *Eucalyptus* no Brasil. Nesse sentido, visando selecionar materiais adaptados a seca avaliou-se um teste de progênes de híbridos de irmão completos de *Eucalyptus* em área de déficit hídrico na região norte de Minas Gerais (Buritizeiro-MG) aos 2,5 anos. Os caracteres avaliados foram Altura total, Diâmetro à altura do peito - DAP, Volume, Incremento médio anual volumétrico – IMAvol e Sobrevivência. A seleção estatístico-genética dos materiais genéticos superiores foi realizada pela metodologia de modelos mistos no software de melhoramento genético Selegen REML/BLUP e a estatística descritiva dos dados pelo Software R. O presente estudo objetivou (a) caracterizar por meio de estatística descritiva os dados fenotípicos da população do teste de progênes, (b) verificar a variabilidade genética da população de melhoramento genético, (c) selecionar os melhores cruzamentos, (d) potenciais genitores e clones para alta produtividade e sobrevivência, (e) selecionar as melhores famílias e clones por meio de um índice que associa as informações de crescimento e morfofisiológicas das progênes. (a) A partir da estatística descritiva dos dados fenotípicos observa-se resultados relevantes para selecionar árvores superiores na seleção estatístico-genética. Os indivíduos apresentam IMAvol que chegam a 48 m³/ha/ano. O teste de progênes apresenta média de sobrevivência de 52%. O resultado médio é um indicativo para selecionar os melhores indivíduos em seleção estatístico-genética, pois podem ser identificadas árvores oriundas de famílias com alta sobrevivência, (b) o teste apresenta variabilidade genética e condições favoráveis para prosseguir com o programa de melhoramento genético, pois apresenta possibilidade de ganhos genéticos advindos da seleção de cruzamentos, potenciais clones e genitores, (c) a seleção de cruzamentos apresenta famílias de progênes com ganho 100% superior à média da população geral e 35% em relação a segunda melhor testemunha. A primeira progênie do ordenamento é a 25 GG3389×GG4304 – (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*). A família apresenta ganhos superiores a 5 testemunhas clonais avaliadas no experimento na relação produtividade e sobrevivência. (d) A seleção de genitores

revela ganhos positivos e superiores a 50% em relação à média geral da população, (e) a relação entre as variáveis (IMA_{vol}/Ψ_w) pode identificar famílias com alta produtividade e tolerância ao stress hídrico, pois podem apresentar indivíduos mais hidratados em épocas de seca. Entre as melhores famílias classificadas pela razão (IMA_{vol}/Ψ_w) encontram-se 3 progênies desenvolvidas pelo Projeto Tolerância de *Eucalyptus* à Seca: 24 - GG3389 × GG4302 (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*), 199 - VM4 × CAM (*E. urophylla* HE) × (*E. camaldulensis*) e 36 GG2759 × VS2 (*E. urophylla*) × (*E. camaldulensis*). A seleção de potenciais clones pela associação das variáveis de crescimento e morfofisiológicas revelam entre os melhores 18 indivíduos (90%) pertencentes a progênies com alto potencial de tolerância à seca. As verificações revelam ótimos indivíduos como genitores, clones e o potencial das famílias de progênies para gerar indivíduos elite no programa de melhoramento genético. Nesse sentido, os resultados apresentam genótipos e cruzamentos elite de alta produtividade e tolerantes à seca para áreas de déficit hídrico.

Palavras-chave: Análise genética. Déficit hídrico. Genética quantitativa. Melhoramento florestal.

ABSTRACT

Future climate projections predict severe and long periods of drought that may affect the productivity of Eucalyptus plantations in Brazil. In this sense, in order to select materials adapted to drought, a test of progenies of full-sister hybrids of Eucalyptus in a water deficit area in the northern region of Minas Gerais (Buritizeiro-MG) at 2.5 years was evaluated. The characters evaluated were Total Height, Diameter at breast height - DBH, Volume, Mean Annual Volumetric Increment - IMAvol and Survival. The statistical-genetic selection of superior genetic materials was carried out by the mixed models methodology in the genetic improvement software Selegen REML/BLUP and the descriptive statistics of the data by the Software R. The present study aimed to (a) characterize the data by means of descriptive statistics characteristics of the progeny test population, (b) verify the genetic variability of the genetic improvement population, (c) select the best crosses, (d) potential parents and clones for high productivity and survival, (e) select the best families and clones through an index that associates the growth and morphophysiological information of the progenies. (a) From the descriptive statistics of the phenotypic data, relevant results are observed to select superior trees in the statistical-genetic selection. Individuals present IMAvol that reach 48 m³/ha/year. The progeny test has a mean survival of 52%. The average result is an indication to select the best individuals in statistical-genetic selection, as trees from families with high survival can be identified, (b). The test presents genetic variability and favorable conditions to proceed with the genetic improvement program, as it presents the possibility of genetic gains arising from the selection of crosses, potential clones and parents, (c) the selection of crosses presents families of progenies with 100% higher gain to the average of the general population and 35% in relation to the second best control. The first progeny of the order is 25 GG3389×GG4304 – (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*). The family presents gains superior to 5 clonal controls evaluated in the experiment in the relation productivity and survival. (d) The selection of parents reveals positive gains of more than 50% in relation to the general average of the population, (e) The relationship between the variables (IMAvol/Ψw) can identify families with high productivity and tolerance to water stress, as may have more hydrated individuals in times of drought. Among the best families classified by the ratio (IMAvol/Ψw) are 3 progenies developed by the Eucalyptus Drought Tolerance Project: 24 - GG3389 × GG4302 (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*), 199 - VM4×CAM (*E.*

urophylla HE) × (*E. camaldulensis*) and 36 GG2759×VS2 (*E. urophylla*) × (*E. camaldulensis*). The selection of potential clones by the association of growth and morphophysiological variables reveal among the best 18 individuals (90%) belonging to progenies with high potential for drought tolerance. The verifications reveal great individuals as parents, clones and the potential of progeny families to generate elite individuals in the genetic improvement program. In this sense, the results present genotypes and elite crosses of high productivity and drought tolerant for water deficit areas.

Keywords: Genetic analysis. Water deficit. Quantitative genetics. Forest breeding.

1 INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético do gênero *Eucalyptus* atendem o setor florestal nacional por desenvolver genótipos mais produtivos e com adequadas características para gerar produtos florestais madeireiros e não madeireiros destinados a indústria e sociedade. A estruturação da população base do programa de melhoramento genético é a etapa inicial para desenvolver genótipos superiores e para isso é necessária alta variabilidade genética e complementariedade entre as espécies e genitores, visando melhores características no melhoramento florestal (FONSECA et al., 2010). O gênero *Eucalyptus* apresenta espécies que por meio da hibridação e seleção estatístico-genética podem ter alta produtividade em ambientes adversos, como os ambientes de baixa disponibilidade hídrico, pois apresentam diversidade de características e estratégias adaptativas em suas procedências e espécies (BLACKMAN et al., 2019). Assim, deve-se focar na hibridação de espécies e procedências adaptadas aos locais de plantio para produzir candidatos a seleção no programa de melhoramento genético.

A seleção genética e escolha das melhores espécies a serem destinadas a cruzamentos deve focar em delineamentos genéticos adequados e escolha de espécies e procedências com potencial de crescimento e alta sobrevivência para as áreas de déficit hídrico. As espécies de eucalipto oriundas da Austrália na seção Exsertaria (*E. brassiana*, *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*) são conhecidas pelo maior potencial de adaptação a ambientes áridos (FONSECA et al., 2010). Diante disso, hibridar genitores com essas espécies e oriundas de procedências similares podem viabilizar genótipos superiores e de ótima adaptação aos locais destinados ao plantio.

O foco principal dos programas de melhoramento genético de Eucalipto no Brasil é na seleção de materiais resistentes a pragas e doenças, altamente produtivos e com melhor qualidade de madeira para geração de papel e celulose e, em menor escala, o carvão vegetal (GONÇALVES et al., 2013). A seleção de genótipos superiores com ótimas características silviculturais e qualidade da madeira devem ser relacionadas com as características ambientais, pois sabe-se que as atuais alterações climáticas globais podem afetar a produtividade dos plantios comerciais (CHEN et al., 2020, CAVALLI et al., 2020). Assim, é preciso investigar genótipos com características morfofisiológicas adequadas e potencial produtivo para os ambientes de plantio em

avalições com delineamento experimental, visando a seleção adequada dos melhores genótipos para atender as empresas do setor florestal brasileiro.

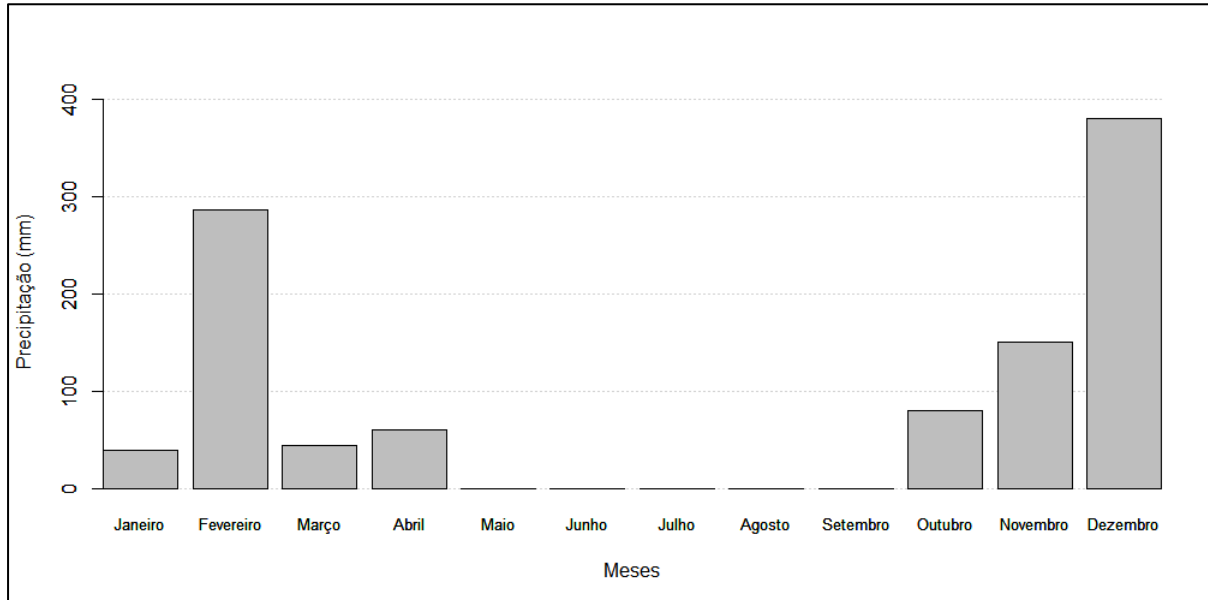
Diante do exposto, o presente estudo objetivou (a) Caracterizar por meio de estatística descritiva os dados fenotípicos das árvores do teste de progênies de híbridos de *Eucalyptus*, (b) verificar a variabilidade genética da população de melhoramento genético para caracteres de produtividade, (c) selecionar as melhores famílias para produtividade e baixa mortalidade, (d) potenciais genitores e clones por meio de seleção estatístico-genéticas para áreas de déficit hídrico e (e) selecionar as melhores famílias e clones por meio de um índice que associa as informações de crescimento e morfofisiológicas das progênies.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de plantio e delineamento experimental

A área experimental utilizada é um teste de progênies de híbridos de irmãos completos de *Eucalyptus* destinado a selecionar genótipos com alta produtividade e potencial de tolerância à seca (Tabela 1). O experimento foi implantado em março de 2019 na área da empresa Minasligas, empresa participante do projeto cooperativo “Tolerância de *Eucalyptus* à Seca”, no município de Buritizeiro - Minas Gerais. No período entre os anos de 2018 - 2021 a temperatura média foi de 25 °C, a temperatura mínima de 5.4 °C e a máxima de 41 °C. O total anual de precipitação durante esses anos foi em 2018 (971,5 mm), 2019 (509 mm), 2020 (1.090mm) e 2021 (1.041,5mm) (Fonte: empresa MinasLigas). Caracteriza-se como uma área experimental de déficit hídrico com alto potencial para selecionar materiais genéticos tolerantes à seca.

Figura 1 - Precipitação (mm) mensal no ano de 2021 do teste de progênies de híbridos de Eucalipto.



Fonte - Fonte: o autor.

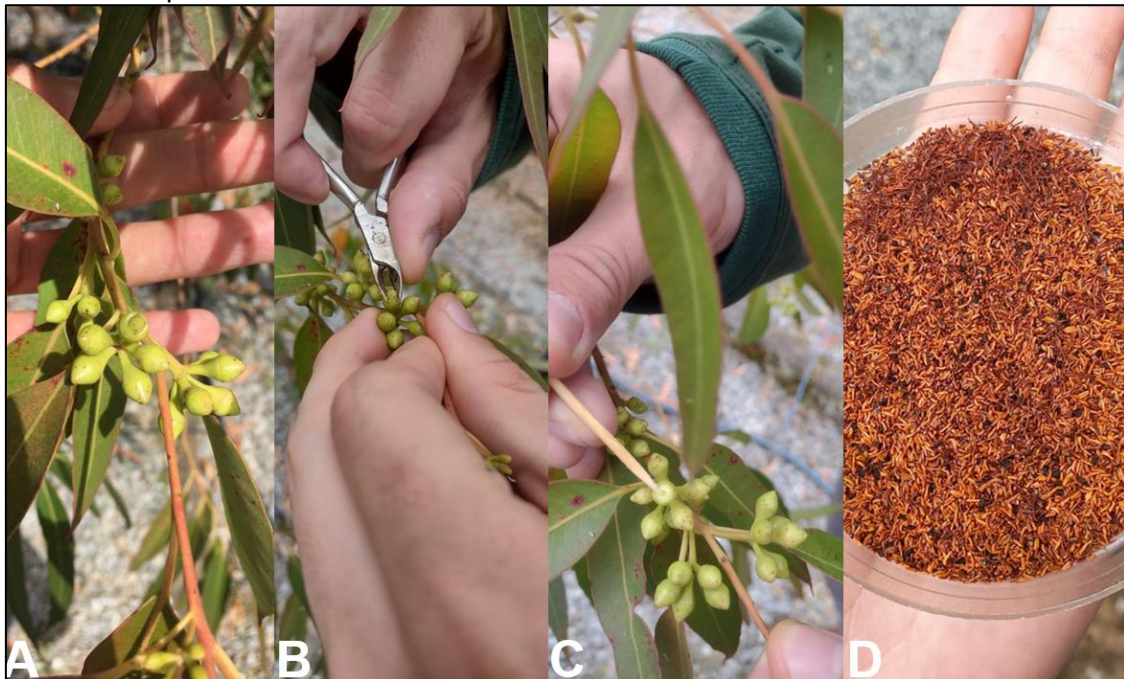
A avaliação do experimento foi realizada aos 2,5 anos após severa seca entre os meses de maio e setembro de 2021 na região do norte de Minas Gerais. Os dados obtidos no inventário florestal podem contribuir para uma seleção assertiva de genótipos com alto potencial de tolerância à seca e produtividade.

Tabela 1 - Informações de localização, bioma, coordenadas geográficas, altitude e solo da área experimental do teste de progênies de híbridos de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca e alta produtividade.

Experimento	Buritzeiro - MG
Fazenda	Fartura
Bioma	Cerrado
Coordenadas Geográficas	17° 05' 49"S 44° 53' 09" O
Altitude	570 m
Solo	Textura média/Argila 15-35%

O teste de progênies de genótipos de *Eucalyptus* contém 220 tratamentos (214 progênies de híbridos de *Eucalyptus* de irmãos completos (Tabela 2) gerados por meio da técnica de hibridação - Polinização artificialmente induzida – PAI (Figura 2) (ASSIS et al., 2005) e 6 clones comerciais como testemunhas para comparação dos resultados (Tabela 3).

Figura 2 - Protoginia Artificialmente Induzida – PAI. A – Botões Florais em estágio de pré-antese; B - Corte do opérculo com alicate; C – Polinização com o pólen; D – Semente melhorada após cerca de 6 meses



Fonte: o autor

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
1	GG682	GG682	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>
2	GG682	GG918	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. pellita × E. brassiana)</i>
3	GG682	GG927	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>E. camaldulensis</i>
4	GG682	GG2034	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>
5	GG682	GG2759	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>E. urophylla</i>
6	GG682	GG3389	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>E. urophylla HE</i>
7	GG682	GG4302	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. brassiana)</i>
8	GG682	GG4304	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. urophylla × E. tereticornis)</i>
9	GG682	GG4383	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita)</i>
10	GG682	GG4386	<i>(E. urophylla × E. grandis)</i>	<i>(E. pellita × E. brassiana)</i>
12	GG2034	GG2759	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>E. urophylla</i>
14	GG2034	GG4302	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>(E. brassiana)</i>
15	GG2034	GG4304	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>(E. urophylla × E. tereticornis)</i>
16	GG2034	GG4383	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita)</i>
17	GG2034	GG4386	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>(E. pellita × E. brassiana)</i>
18	GG2759	GG2759	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i>
19	GG2759	GG3389	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla HE</i>
20	GG2759	GG4302	<i>E. urophylla</i>	<i>(E. brassiana)</i>
21	GG2759	GG4304	<i>E. urophylla</i>	<i>(E. urophylla × E. tereticornis)</i>
22	GG2759	GG4383	<i>E. urophylla</i>	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita)</i>
24	GG3389	GG4302	<i>E. urophylla HE</i>	<i>(E. brassiana)</i>
25	GG3389	GG4304	<i>E. urophylla HE</i>	<i>(E. urophylla × E. tereticornis)</i>
26	GG3389	GG4383	<i>E. urophylla HE</i>	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita)</i>
27	GG918	VS2	<i>(E. pellita × E. brassiana)</i>	<i>E. camaldulensis</i>
28	GG2034	AEC2034	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>
29	GG2034	AEC2197	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>
30	GG2034	VS2	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>E. camaldulensis</i>
31	GG2034	VS62	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	<i>E. camaldulensis</i>

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
32	GG2034	CNB16	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. urophylla</i> HE
33	GG3389	VS2	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
35	GG3389	CNB16	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
36	GG2759	VS2	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>
38	GG2759	CNB16	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i> HE
39	GG2759	AEC2034	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
41	GG3389	AEC2034	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
42	GG3389	AEC2197	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
43	GG2034	VT4	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
44	GG918	GG918	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
45	GG918	VS62	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
46	GG918	GG927	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
47	GG2034	VM1	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
48	GG2034	VM4	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. urophylla</i> HE
49	VM7	PQ	<i>E. urophylla</i> HE	Progênie sem identificação
50	GG682	VS2	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
51	GG682	VS62	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
52	GG682	CNB16	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
53	CNB16	BRA	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. brassiana</i>
54	CNB16	PEL	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. pellita</i>
55	GG682	VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
56	GG682	VM1	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
57	CNB16	CAM	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
58	CNB16	TER	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. tereticornis</i>
59	GG4304	VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
60	GG4304	AEC2034	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
61	GG918	GG2759	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. urophylla</i>
62	GG4304	GG4304	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
63	CNB16	VT4	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
64	CNB16	CNB16	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
65	GG918	GG4302	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. brassiana</i>)
66	GG918	GG4304	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)
67	GG918	GG4383	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)
68	GG918	GG4386	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
69	GG918	VT4	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
70	GG918	AEC2034	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
71	GG918	AEC2197	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
72	GG918	I3000	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
73	GG918	VM1	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
74	GG918	VM4	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
75	GG918	VM7	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
76	GG918	CNB16	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
77	GG918	VCC1006	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
78	GG918	VCC2880	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
79	GG4383	GG4383	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)
80	GG4383	GG4386	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
81	GG682	I3000	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
82	GG4383	VT4	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
83	GG4383	AEC2034	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
84	GG4383	AEC2197	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
85	GG4383	I3000	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
86	GG1883	GG1883	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i>
87	GG1883	GG2034	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
88	GG1883	GG2759	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i>
89	GG1883	GG3389	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i> HE
90	GG1883	GG3633	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
91	GG1883	GG4302	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. brassiana</i>)
92	GG1883	GG4304	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)
93	GG1883	GG4383	<i>E. urophylla</i>	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)
94	GG1883	GG4386	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
95	GG1883	AEC2034	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
96	GG1883	I3000	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>
97	GG1883	VM1	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
98	GG682	VCC1006	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
99	GG682	VCC2880	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
100	GG3633	GG3633	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
101	GG2759	GG4386	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
102	GG1883	VM4	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i> HE
103	GG1883	VM7	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i> HE
104	GG1883	VCC1006	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
105	GG3389	GG4386	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
106	GG1883	VCC2880	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
107	GG1883	VS2	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>
108	GG1883	CNB16	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i> HE
109	GG1883	VT4	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
110	GG3633	GG4302	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. brassiana</i>)
111	GG3389	GG3633	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
112	GG2759	VT4	<i>E. urophylla</i>	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
113	GG3633	GG4304	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)
114	GG3389	I3000	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
115	GG3389	VM1	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
116	GG3389	VM4	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
117	GG3389	VM7	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
118	GG3389	VT4	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
119	GG3633	AEC2034	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
120	GG3633	AEC2197	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
121	GG3633	I3000	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
122	GG3633	VM1	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
123	GG3633	VM4	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i> HE
124	GG4302	GG4302	(<i>E. brassiana</i>)	(<i>E. brassiana</i>)
125	GG4302	GG4304	(<i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)
126	GG3389	VCC2880	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
127	GG3633	VM7	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i> HE
128	GG4302	GG4383	(<i>E. brassiana</i>)	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>)
129	GG4302	GG4386	(<i>E. brassiana</i>)	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)
130	GG3633	VS2	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
131	GG3633	VS62	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
132	GG4386	AEC2034	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
133	GG4302	AEC2034	(<i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
134	GG4304	AEC2197	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
135	GG3633	CNB16	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i> HE
136	GG3633	VT4	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
137	GG4302	AEC2197	(<i>E. brassiana</i>)	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))
138	GG4304	I3000	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
139	GG4304	VM1	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
140	GG4304	VM4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
141	GG2034	PEL	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. pellita</i>
142	GG2034	TER	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. tereticornis</i>
143	GG682	PEL	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. pellita</i>
144	GG682	TER	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. tereticornis</i>
145	GG682	BRA	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. brassiana</i>
146	GG918	PEL	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. pellita</i>

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
147	GG1883	PEL	<i>E. urophylla</i>	<i>E. pellita</i>
148	GG1883	TER	<i>E. urophylla</i>	<i>E. tereticornis</i>
149	GG1883	BRA	<i>E. urophylla</i>	<i>E. brassiana</i>
150	GG2759	BRA	<i>E. urophylla</i>	<i>E. brassiana</i>
151	GG918	TER	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. tereticornis</i>
152	GG918	BRA	(<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	<i>E. brassiana</i>
153	GG3389	PEL	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. pellita</i>
154	GG3389	TER	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. tereticornis</i>
155	GG3389	BRA	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. brassiana</i>
156	GG3633	PEL	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. pellita</i>
157	GG3633	TER	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. tereticornis</i>
158	GG3633	BRA	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. brassiana</i>
159	GG2759	CAM	<i>E. urophylla</i>	<i>E. camaldulensis</i>
160	GG682	CAM	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
161	AEC2034	I3000	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. camaldulensis</i>
162	AEC2034	LR830	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. longirostrata</i>
163	AEC2034	LR831	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. longirostrata</i>
164	AEC2034	VM1	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
165	AEC2034	VCC2880	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
166	AEC2034	CNB16	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. urophylla</i> HE
167	AEC2034	LON	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. longirostrata</i>
168	AEC2034	CAM	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. camaldulensis</i>
169	AEC2034	TER	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. tereticornis</i>
170	AEC2197	I3000	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. camaldulensis</i>
171	AEC2197	LR830	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. longirostrata</i>
172	AEC2197	LR831	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. longirostrata</i>
173	AEC2197	VM1	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
174	AEC2197	VM4	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	<i>E. urophylla</i> HE

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(continua)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
175	AEC2197	VCC1006	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
176	AEC2197	VT4	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
177	I3000	VM1	<i>E. camaldulensis</i>	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)
178	I3000	VM4	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i> HE
179	I3000	VS2	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
180	I3000	VS62	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>
181	I3000	CNB16	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. urophylla</i> HE
182	I3000	RES	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. resinifera</i>
183	I3000	TER	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. tereticornis</i>
184	VM7	VM4	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
185	VM7	PEL	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. pellita</i>
186	VM7	VS2	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
187	VM7	VCC1006	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
188	VM7	VCC2880	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
189	VM7	VS62	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
190	VM7	CNB16	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
191	VM7	CAM	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
192	VM4	VCC1006	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
193	VM4	CNB16	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
194	VM4	VM7	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
195	VM4	LON	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. longirostrata</i>
196	VM4	VCC2880	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
197	VM4	VT4	<i>E. urophylla</i> HE	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
198	VM4	VS2	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
199	VM4	CAM	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. camaldulensis</i>
200	VM4	PEL	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. pellita</i>
201	VM4	BRA	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. brassiana</i>
202	VM4	TER	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. tereticornis</i>

Tabela 2 - Identificação das progênies utilizadas como tratamentos no teste de progênies.

(conclusão)

Tratamentos	G.F.	G.M.	Espécies – G.F.	Espécie – G.M.
203	VM4	RES	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. resinifera</i>
204	VM7	VM7	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. urophylla</i> HE
205	VM4	BRA	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. brassiana</i>
206	VM7	LON	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. longirostrata</i>
207	VM7	TER	<i>E. urophylla</i> HE	<i>E. tereticornis</i>
208	VM1	VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)
209	VM1	VS2	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
210	VM1	VM7	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
211	VM1	CNB16	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. urophylla</i> HE
212	VM1	BRA	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. brassiana</i>
213	VM1	RES	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. resinifera</i>
214	VM1	CAM	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. camaldulensis</i>
215	VM1	TER	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. tereticornis</i>
216	VM1	VCC1006	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
217	VM1	LON	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. longirostrata</i>
218	VM1	PEL	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. pellita</i>
219	VM1	VCC2880	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)
220	VM1	VM4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	<i>E. urophylla</i> HE

*G.F. Genitor Feminino; G.M. – Genitor Masculino;

Tabela 3 - Testemunhas clonais utilizadas no delineamento experimental para comparar os resultados na seleção de progênies híbridas de *Eucalyptus* com alta produtividade e potencial de tolerância à seca.

Tratamentos	Testemunhas	Espécies
11	GG2673	<i>E. urophylla</i>
13	GG1923	<i>E. urophylla</i>
23	VM1	<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>
34	AEC1528	<i>E. grandis</i> × <i>E. urophylla</i>
37	I144	<i>E. urophylla</i> HE
40	GG1980	<i>E. urophylla</i>

O delineamento experimental é do tipo blocos ao acaso com genitores não aparentados. Os 220 tratamentos foram casualizados em 20 repetições com espaçamento de 3,5 × 2,57 m (9 m²), parcela de árvore única (*Single Tree Plot* - STP) e bordadura dupla de clones I144 (*E. urophylla* HE) ao redor do ensaio.

2.2 Caracteres silviculturais

2.2.1 Altura total (ALT, m)

A altura foi mensurada utilizando um clinômetro digital tendo-se como referência a base do fuste e o topo da copa da árvore.

2.2.2 Diâmetro à altura do peito (DAP, cm)

A circunferência à altura do peito (CAP, cm) (1,30 m a partir da base da árvore) foi determinada por meio de uma fita centimétrica. Após medição do CAP foi determinado o valor de DAP (cm) pela seguinte equação:

$$DAP = \frac{CAP (cm)}{\pi}$$

Em que:

DAP: Diâmetro à altura do peito em cm;

π : Razão entre a circunferência e diâmetro de um círculo (3,14159).

2.2.3 Volume (m³):

O cálculo do volume foi determinado pela equação de Schumacher e Hall (1933) conforme descrito pela equação:

$$VOL = \frac{\pi \times DAP^2 \times Altura \times f}{40.000}$$

Em que:

VOL: Volume da árvore em m³;

DAP: Diâmetro à altura do peito em cm;

Altura: Altura total das árvores em m;

f: Fator de forma adotado (0,45) e

π : Razão entre a circunferência e diâmetro de um círculo (3,14159).

2.2.4 Sobrevivência (sob):

A sobrevivência das árvores foi classificada pelo valor um para árvores vivas e zero para mortas na realização do inventário florestal.

2.2.5 Incremento médio anual volumétrico (IMAvol, m³/ha/ano):

O incremento médio anual volumétrico - IMAvol (m³/ha/ano) foi calculado utilizando o volume de cada árvore do experimento produzido no espaçamento de 3,5 × 2,57 m (9 m²), extrapolado para 1 ha e dividido pela idade (2,5 anos), conforme descrito pela equação:

$$IMAvol = \frac{VOL \times 10000}{22,5}$$

Em que:

IMAvol: Incremento médio anual (IMA, m³/ha/ano);

VOL: Volume da árvore em m³ no espaçamento de 9 m² aos 2,5 anos de idade.

2.3 Análise estatística descritiva

A análise estatística descritiva dos dados fenotípicos foi realizada no Software R (R Development Core Team, 2022). Os resultados obtidos são os valores mínimos, máximos, médias, desvio padrão e coeficiente de variação dos caracteres: Altura total (ALT, m), Diâmetro a altura do peito (DAP, cm), Volume (m³), Incremento Médio Anual volumétrico (IMAvol, m³/ha/ano) e sobrevivência (SOB).

2.4 Análise estatístico-genética para seleção das melhores famílias pela relação (IMAvol*sob), potenciais genitores e clones pelo caráter silvicultural imavol (m³/ha/ano).

Os dados foram analisados via metodologia de modelos mistos e método REML/BLUP (Restricted Maximum Likelihood/ Best Linear Unbiased Predictor) no Software Selegen REML/BLUP (RESENDE, 2016). O modelo estatístico para a análise dos dados e obtenção dos valores genéticos e genotípicos de irmãos completos foi dado por:

$$y = Xr + Zg + Wp + e$$

Em que:

y: vetor de dados, r: vetor de média geral, g: vetor dos efeitos genotípicos individuais (assumidos como aleatórios), e: vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras X, Z e W representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

2.4.1 Seleção das melhores famílias

As famílias do teste de progênies foram ranqueadas com base no produto dos valores genotípicos (u+g) dos caracteres sobrevivência e IMAvol (m³/ha/ano), visando uma seleção mais assertiva de progênies com alta produtividade e potencial de sobrevivência em áreas de déficit hídrico. O ganho de seleção para as famílias foi dado pela seguinte equação:

$$GISF (\%) = \frac{((u + g_{fs}) - \bar{X}_g)}{\bar{X}_g} \times 100$$

Em que:

GISF (%): Ganho individual de seleção de famílias; $(u + g_{fs})$: Valor genotípico das famílias do teste de progênies; \bar{X}_g : Média geral da população de progênies e testemunhas.

2.4.2 Seleção de potenciais genitores

Os potenciais genitores foram selecionados pelos seus valores genéticos aditivos ($u+a$) para o caráter silvicultural IMAvol ($m^3/ha/ano$) e o ganho predito em relação à média geral da população das progênies. Foram selecionados os vinte melhores potenciais genitores. O ganho de seleção foi realizado pela seguinte equação:

$$GISG (\%) = \frac{((u + a_{is}) - \bar{X}_g)}{\bar{X}_g} \times 100$$

Em que:

GISG (%): Ganho individual de seleção dos potenciais genitores; $(u + a_{is})$: Valor genético de cada árvore potencial genitor; \bar{X}_g : Média geral da população de progênies.

2.4.3 Seleção de potenciais clones

A seleção de potenciais clones foi realizada por meio do valor genotípico ($u+g$) dos materiais genéticos avaliados. O ordenamento considera o caráter de crescimento IMAvol ($m^3/ha/ano$) em relação à média geral de progênies e testemunhas do experimento. Foram selecionados os vinte melhores potenciais clones. O ganho calculado dos potenciais clones foi calculado pela seguinte equação:

$$GISC (\%) = \frac{((u + g_{is}) - \bar{X}_g)}{\bar{X}_g} \times 100$$

Em que:

GISC (%): Ganho individual de seleção dos potenciais clones; $(u + g_{is})$: Valor genotípico de cada árvore potencial clone; \bar{X}_g : Média geral da população de progênies e testemunhas.

2.5 Caracteres morfofisiológicos

2.5.1 Seleção dos indivíduos do teste de progênies para determinação dos caracteres morfofisiológicos

As progênies e testemunhas foram amostrados com 2 a 6 repetições de indivíduos coletados nos blocos do teste de progênies (Tabela 4). No total foram coletadas amostras de 15 folhas do terço médio da copa em 37 progênies e 6 testemunhas para determinação dos caracteres morfofisiológicos (Figura 3). Os caracteres morfofisiológicos avaliados foram: Potencial hídrico foliar (Ψ_w , Mpa), Área Foliar Específica (AFE), Clorofila a (*Chl a*), Clorofila b (*Chl b*) e Clorofila Total (*Chl t*). As variáveis morfofisiológicas foram correlacionadas com os caracteres de crescimento: Altura total (ALT, m), Diâmetro a altura do peito (DAP, cm) e Incremento Médio Anual volumétrico (IMAvol, m³/ha/ano) pelos seus valores genotípicos. Além disso, realizou-se um índice de seleção para determinar as melhores famílias e potenciais clones pelos caracteres de crescimento e morfofisiológicos.

Figura 3 - Coleta das folhas para determinação das variáveis morfofisiológicas. A - Coleta de folhas do terço médio da copa com podão; B - Folhas em sacos plásticos transparentes com identificação do material genético; C - Armazenamentos das folhas em caixa térmica para transporte.



Fonte: o autor.

Tabela 4. Identificação das progênies e testemunhas que foram coletadas as folhas do terço médio da copa para determinação dos caracteres morfofisiológicos.

Tratamentos	Cruzamento	Espécies	N.I.
3	GG682×GG927	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	5
11	GG2673	Testemunha (<i>E. urophylla</i>)	5
13	GG1923	Testemunha (<i>E. urophylla</i>)	3
20	GG2759×GG4302	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. brassiana</i>)	5
21	GG2759×GG4304	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	3
23	VM1	Testemunha (<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>)	3
24	GG3389×GG4302	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. brassiana</i>)	5
34	AEC1528	Testemunha (<i>E. grandis</i> × <i>E. urophylla</i>)	5
36	GG2759×VS02	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	4
37	I144	Testemunha (<i>E. urophylla</i> HE)	5
40	GG1980	Testemunha (<i>E. urophylla</i>)	4
44	GG918×GG918	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	3
45	GG918×VS62	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	4
59	GG4304×VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	4
60	GG4304×AEC2034	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	4
64	CNB16×CNB16	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. urophylla</i> HE)	4
66	GG918×GG4304	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	5
68	GG918×GG4386	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	5
83	GG4383×AEC2034	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	5
84	GG4383×AEC2197	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	4
94	GG1883×GG4386	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	6
110	GG3633×GG4302	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. brassiana</i>)	3
124	GG4302×GG4302	(<i>E. brassiana</i>) × (<i>E. brassiana</i>)	5
134	GG4304×AEC2197	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	5
141	GG2034×PEL	(<i>E. grandis</i> HE) × (<i>E. pellita</i>)	3
145	GG682×BRA	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>) × (<i>E. brassiana</i>)	3
146	GG918×PEL	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. pellita</i>)	5

(continua)

Tabela 4. Identificação das progênies e testemunhas que foram coletadas as folhas do terço médio da copa para determinação dos caracteres morfofisiológicos.

Tratamentos	Cruzamento	Espécies	(conclusão)
			N.I.
162	AEC2034×LR830	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. longirostrata)</i>	3
163	AEC2034×LR831	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. longirostrata)</i>	3
168	AEC2034×CAM	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. camaldulensis)</i>	4
169	AEC2034×TER	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. tereticornis)</i>	5
177	I3000×VM1	<i>(E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. camaldulensis)</i>	3
179	I3000×VS2	<i>(E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	3
188	VM7×VCC2880	<i>(E. urophylla HE) × (E. urophylla × E. grandis)</i>	2
199	VM4×CAM	<i>(E. urophylla HE) × (E. camaldulensis)</i>	5
202	VM4×TER	<i>(E. urophylla HE) × (E. tereticornis)</i>	2
206	VM7×LON	<i>(E. urophylla HE) × (E. longirostrata)</i>	5
207	VM7×TER	<i>(E. urophylla HE) × (E. tereticornis)</i>	4
208	VM1×VT4	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. grandis)</i>	6
211	VM1×CNB16	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla HE)</i>	4
214	VM1×CAM	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	4
220	VM1×VM4	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla HE)</i>	3

*N.I. – Número de Indivíduos amostrados em cada tratamento; HE: Híbrido Espontâneo; Total de indivíduos amostrados: 175.

2.5.2 Area foliar específica (AFE, cm² g⁻¹)

A avaliação das variáveis foi realizada pela coleta de aproximadamente 15 folhas do terço médio dos indivíduos amostrados em 37 progênies e todas as testemunhas clonais. Após a coleta, as folhas foram digitalizadas em scanner (hp ScanJet 200). As imagens obtidas foram mensuradas no Software Image-Pro Plus ® para obtenção da Área Foliar (AF) (Figura 4).

Figura 4 - Folhas de híbridos de *Eucalyptus*. A - GG918×I3000 – (*E. camaldulensis* × *E. camaldulensis*); B - AEC2043×LR830 (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) × (*E. longirostrata*).



Fonte: o autor.

Após digitalizadas, as folhas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C até atingir massa constante para determinar o caráter Massa Seca (MS, g). A área foliar específica (AFE, cm² g⁻¹) foi realizada pela seguinte equação:

$$AFE = \frac{AF (Cm^2)}{MS (g)}$$

Em que:

AF: Área foliar em cm² mensurada no Software Image-Pro Plus ®;

MS: Massa seca em g das folhas coletadas nas árvores.

2.5.3 Potencial hídrico foliar ao meio-dia (Ψ_w , Mpa)

O Ψ_w foi determinado ao meio-dia com o auxílio da Bomba de Scholander em folhas completamente expandidas (3º ou 4º par de folhas) coletadas no terço médio da árvore (Figura 5). Este horário é considerado o período em que a planta está sob maior stress.

Figura 5 - Medição do Ψ_w pelo equipamento Bomba de Scholander. A - Inserção da folha no equipamento; B - Lupa para verificar a saída de água do pecíolo da folha.



Fonte: o autor.

2.5.4 Determinação dos teores de clorofila a, b e total

Amostras para análises bioquímicas foram coletadas em folhas completamente expandidas do terço médio da copa e imediatamente congelada em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer -80 °C para posteriores análises (Figura 6). Em seguida, o material foliar foi liofilizado, aliquotados e submetido a extração metanólica à quente segundo LISEC et al., (2006), exceto pela adição do padrão ribitol. A determinação dos teores de pigmentos *Chl a* e *Chl b* foi realizada como descrito por WELLBURN (1994).

Figura 6 - Material para determinação de teores das *Chl a* e *Chl b*. A - Coleta de amostra central da folha; B - Armazenamento em nitrogênio líquido para posterior análise em laboratório.



Fonte: o autor.

2.6 Índice de seleção das melhores famílias e potenciais clones

Um índice genotípico (NUNES et al. 2017) para seleção das melhores famílias com potencial de tolerância à seca e alta produtividade foi criado pela razão entre o $IMAvol$ e Ψ_w com igual peso para ambas as variáveis. Assim, por meio da união da variável de produtividade e bioindicadora de tolerância à seca é possível identificar materiais com alto incremento volumétrico e o potencial do indivíduo em manter-se hidratado em épocas de extrema seca. A razão entre a variável volumétrica e de potencial hídrico do indivíduo foi estabelecida pela seguinte equação:

$$(IMAvol/\Psi_w) = \frac{IMAvol (m^3/ha/ano)}{\Psi_w (Mpa)}$$

Em que:

$IMAvol$: Incremento médio anual volumétrico no espaçamento de 9 m²;

Ψ_w : Potencial hídrico foliar ao meio-dia.

Os potenciais clones destinados a áreas de déficit hídrico foram selecionados pelo valor genotípico das variáveis de crescimento e morfofisiológicas. Um índice de seleção genotípico aditivo (NUNES et al. 2017) foi elaborado com o caráter (IMAvol/ Ψ_w) e caracteres auxiliares: Ψ_w , AFE, *Chl a*, *Chl b* e *Chl t*. Os pesos para o caráter (IMAvol/ Ψ_w) e caracteres auxiliares foram determinados a partir da razão entre a correlação genética de cada variável com o caráter objetivo de melhoramento (IMAvol/ Ψ_w) e a soma total das correlações de todas as variáveis com o caráter objetivo de melhoramento (IMAvol/ Ψ_w). As análises foram realizadas no Software Selegen REML/BLUP e plotadas com o uso do Software R (R Development Core Team, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Estatística descritiva

As características obtidas no inventário florestal aos 2,5 anos (Altura, DAP, IMAvol e sobrevivência) revelam potencial para selecionar árvores superiores como genitores e clones na seleção estatístico-genética (Tabela 5). Os indivíduos apresentam IMAvol que chegam a 48 m³/ha/ano para o indivíduo 370 da família 24 - GG3389×GG4302 – *E. urophylla* HE × *E. brassiana* (Figura 7). Além disso, observam-se altos valores médios de Altura total (ALT, m) e Diâmetro a altura do peito (DAP, cm), respectivamente, 9,83 m e 9,30 cm. O teste de progênies apresenta árvores com valores máximos que chegam a 13 m de Altura e 15,6 cm de DAP. As árvores com medidas próximas ou superiores a esses valores têm alto potencial para seleção para implantação de testes clonais, mas avaliações estatístico-genéticas são necessárias para viabilizar as árvores ideais como clones e genitores de alta produtividade.

Figura 7 - Indivíduo da família 24 - GG3389×GG4302 – *E. urophylla* HE × *E. brassiana*.



Fonte: o autor.

Tabela 5 - Estatística descritiva dos caracteres fenotípicas dos indivíduos do teste de progênies de híbridos de *Eucalyptus* aos 2,5 anos.

Estatística descritiva	ALT	DAP	VOL	IMAvol	SOB
Mínimo	2,40	1,91	0,00	0,15	0,00
Máximo	13,50	15,66	0,11	48,16	1,00
Média	9,83	9,30	0,02	14,76	0,52
Mediana	10,20	9,68	0,00	14,84	1,00
Variância	2,71	4,72	0,00	52,47	0,25
Desvio padrão	1,65	2,17	0,02	7,24	0,50

*ALT: Altura total (m); DAP: Diâmetro à altura do peito (cm); VOL: Volume (m³), valor mínimo igual a zero, pois árvores não desenvolvidas foram avaliadas; IMAvol: Incremento Médio Anual Volumétrico (m³/ha/ano) e SOB: Sobrevivência (%).

O teste de progênies indica média de sobrevivência de 52%. O resultado médio é um relevante indicativo para selecionar os melhores indivíduos em seleção genética, pois podem ser árvores oriundas de famílias com alta sobrevivência. Nesse contexto, as árvores do teste podem mostrar na seleção estatístico-genética alto potencial de serem os melhores a serem destinados a futuros teste clonais em áreas de déficit hídrico.

3.2 Análise de deviance

A análise de Deviance apresenta valores significativos de herdabilidade para todos os caracteres silviculturais avaliados no teste de progênies com híbridos de Eucalipto ($P < 0,05$). O resultado indica que existe variabilidade genética significativa a ser explorada no programa de melhoramento genético nas variáveis de interesse analisadas no teste de progênies (Tabela 6). Os caracteres silviculturais IMAvol e sobrevivência foram considerados como os de maior interesse na seleção dos híbridos de Eucalipto com potencial de tolerância a seca, pois consideram a produtividade dos materiais por área de produção e sobrevivência na idade de seleção.

Tabela 6 - Análise de deviance para os caracteres de crescimento Altura total, Diâmetro à altura do peito, Volume, IMAvol e Sobrevivência das progênies híbridas de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca e alta produtividade aos 2,5 anos.

(continua)

Caráter	Deviance	LRT
ALTURA	Modelo Reduzido	4421,96
	Modelo Completo	4285,71

Tabela 6 - Análise de deviance para os caracteres de crescimento Altura total, Diâmetro à altura do peito, Volume, IMAvol e Sobrevivência das progênes híbridas de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca e alta produtividade aos 2,5 anos.

(conclusão)			
Caráter	Deviance		LRT
DAP	Modelo Reduzido	5665,43	250,41**
	Modelo Completo	5415,02	
VOL	Modelo Reduzido	-16026,91	225,3**
	Modelo Completo	-16252,21	
IMAvol	Modelo Reduzido	10999,3	221,11**
	Modelo Completo	10778,19	
SOB	Modelo Reduzido	-1685,67	398,29**
	Modelo Completo	-2083,96	

LRT :Teste de razão de verossimilhança; Qui-quadrado (χ^2) tabelado: 3,84 para o nível de significância de 5% (**) com 1 grau de liberdade; ALT: Altura total (m); DAP: Diâmetro à altura do peito (Cm); VOL: Volume (m³); IMAvol: Incremento Médio Anual Volumétrico (m³/ha/ano) e SOB: Sobrevivência (%).

3.3 Parâmetros genéticos

A análise apresentou as estimativas de parâmetros genéticos da população avaliada no programa de melhoramento genético. Os caracteres silviculturais avaliados foram: Altura total (m), Diâmetro à altura do peito (DAP, cm), Volume (VOL, m³), IMAvol (m³/ha/ano), e Sobrevivência das progênes híbridas de *Eucalyptus* (Tabela 7). A avaliação das árvores por meio dos parâmetros genéticos para essas características silviculturais possibilita verificar a variação genética da população do programa de melhoramento e permite viabilizar a seleção dos melhores materiais genéticos. A classificação das magnitudes de herdabilidade individual (h^2a) são identificadas de acordo com Resende (2002) como: baixa, quando varia de 0,01 a 0,15; moderada, ao variar de 0,15 a 0,50; e alta, quando acima de 0,50. O caráter silvicultural IMAvol (m³/ha/ano) (h^2a - 0,35) e as demais variáveis na seleção dos genótipos elite dos híbridos de *Eucalyptus* revela herdabilidade individual de moderada magnitude e controle genético nos tratamentos avaliadas no site de Buritizeiro – Minas Gerais.

Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres silviculturais Altura total, Diâmetro à altura do peito, Volume, IMAvol e Sobrevivência das progênes híbridas de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca e alta produtividade aos 2,5 anos.

Parâmetros Genéticos	Altura	DAP	VOL	IMAvol	SOB
h^2a	0,26	0,38	0,36	0,35	0,31
$c^2\text{parc}$	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
$h^2\text{mp}$	0,62	0,72	0,70	0,70	0,79
Acprog	0,79	0,85	0,84	0,84	0,89
$h^2\text{ad}$	0,15	0,24	0,22	0,22	0,19
Média geral	9,82	9,28	0,03	14,68	0,52

IMAvol: Incremento Médial Anual Volumétrico ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$); VOL: Volume (m^3); DAP: Diâmetro à altura do peito; ALT: Altura total (m); SOB: Sobrevivência (%); h^2a : herdabilidade individual no sentido restrito; $c^2\text{parc}$: coeficiente de determinação dos efeitos de parcela; $h^2\text{mp}$: herdabilidade da média de progênes; Acprog: acurácia da seleção de progênes, assumindo sobrevivência completa; $h^2\text{ad}$: herdabilidade aditiva dentro de parcela.

O coeficiente de herdabilidade da média de progênes ($h^2\text{mp}$) foi alto para todos os caracteres, apresentando valores entre 0,62 e 0,80, revelando alto controle genético das características nas progênes e a possibilidade de ganhos genéticos advindos das árvores selecionadas. Os resultados de $h^2\text{mp}$ são superiores a 0,60 como encontrados em teste de progênes de *E. grandis* avaliados aos 2 anos (MIRANDA e tal., 2015) e híbridos de *Eucalyptus* avaliados aos 6 anos (NOGUEIRA et al., 2019). Diante disso, revela potencial para seleção das melhores progênes visando alto potencial de tolerância à seca.

A herdabilidade individual no sentido restrito - $h^2\text{ad}$ apresentou resultados entre 0.15 (Altura) a 0.24 (DAP), apresentando valores de herdabilidade superiores aos encontrados para o teste de progênes de *E. grandis* avaliado aos 2 anos (MIRANDA e tal., 2015). Assim, revela alto mérito genético e potencial de transmissão de ganhos para as futuras gerações nos indivíduos das progênes na idade avaliada. O coeficiente de determinação dos efeitos de parcela - ($c^2\text{parc}$) até 10% não interfere na estimativa dos parâmetros genéticos (RESENDE, 1995). Os caracteres avaliados apresentam valores inferiores a 10%, assim considera-se que o ambiente pouco interferiu nos blocos do experimento e as estimativas genéticas obtidas não tiveram influência dos fatores ambientais (RESENDE, 2002).

A acurácia (Acprog) de todos os caracteres silviculturais avaliados apresentam estimativas com valores altos (igual e superior a 0,80). Os resultados obtidos são considerados de alta confiabilidade nas seleções estatístico-genéticas realizadas em delineamento experimental (RESENDE & DUARTE, 2007). Diante disso, pode-se

obter indivíduos com confiabilidade dentro das famílias das progênes avaliados em delineamento genético para as variáveis IMAvol e Sobrevivência.

3.4 Seleção das melhores famílias

As melhores famílias foram ordenadas pelo produto do valor genotípico (u+g) do caráter sobrevivência e IMAvol preditos pelo Software Selegen REML/BLUP. O valor genotípico das famílias considera o valor aditivo dos dois genitores mais a estimativa de capacidade específica de combinação (efeito de dominância). Foram analisadas no total 214 famílias de progênes de híbridos de *Eucalyptus* e 6 testemunhas clonais. O ordenamento das 20 melhores famílias revela ganhos positivos em relação à média da população geral e da segunda melhor testemunha GG1980 – (*E. urophylla*), assim, revelando o alto potencial produtivo e de adaptação dos indivíduos das melhores famílias do ordenamento (Tabela 8).

Tabela 8 - Ranking das melhores famílias para o produto dos valores genotípicos (u + g) de sobrevivência e IMAvol (m³/ha/ano) e ganho em relação à média geral da população e das duas melhores testemunhas do experimento.

Ranking	Tratamentos	Famílias	(u+g)	GISF (%)	GISFT1	GISFT2 (%)
1	11	GG2673	18,00	135,78	-15,97	35,84
2	25	GG3389×GG4304	15,36	101,18	-28,30	15,90
3	23	VM1	14,87	94,82	-30,56	12,24
4	24	GG3389×GG4302	14,82	94,19	-30,79	11,87
5	3	GG682×GG927	14,24	86,59	-33,50	7,50
6	13	GG1923	14,10	84,77	-34,15	6,45
7	22	GG2759×GG4383	14,02	83,61	-34,56	5,78
8	4	GG682×GG2034	13,80	80,82	-35,56	4,17
9	36	GG2759×VS02	13,73	79,89	-35,89	3,64
10	40	GG1980	13,48	76,54	-37,08	1,71
11	26	GG3389×GG4383	13,28	74,00	-37,99	0,24
12	10	GG682×GG4386	13,24	73,44	-38,18	-0,08
13	41	GG3389×AEC2034	13,20	72,86	-38,39	-0,41
14	45	GG918×VS62	13,17	72,49	-38,52	-0,63
15	9	GG682×GG4383	12,67	65,92	-40,87	-4,41
16	33	GG3389×VS02	12,58	64,76	-41,28	-5,08
17	2	GG682×GG918	12,51	63,93	-41,57	-5,56
18	39	GG2759×AEC2034	12,40	62,43	-42,11	-6,42
19	31	GG2034×VS62	12,18	59,54	-43,14	-8,09
20	37	I144	11,90	55,86	-44,45	-10,20
...						
24	34	AEC1528	11,68	53,03	-45,46	-11,84

(u + g): Valor genotípico; GISF: Ganho individual de seleção de famílias em relação à média geral da população do teste de progênies (Média geral: 52% de sobrevivência e 14.68 m³/ha/ano); GISFT1: Ganho individual de seleção de famílias em relação à média geral da melhor testemunha clonal (VM1: 100% de sobrevivência e 21.42 m³/ha/ano); GISFT2: Ganho individual de seleção de famílias em relação à média geral da segunda melhor testemunha (GG1980: 80% de sobrevivência e 16.56 m³/ha/ano); Testemunhas: 11,23,13,40,37 e 34.

O ordenamento apresenta famílias de progênies com ganho 100% superior à média da população geral e de 15% em relação a segunda melhor testemunha GG1980 – *E. urophylla*. Os indivíduos selecionados nessas famílias apresentam potencial para aumentar a média de produtividade nos próximos ciclos de recombinação. O ordenamento das famílias pela média da melhor testemunha clonal VM1 - *E. urophylla* × *E. camaldulensis* apresentou ganhos negativos para todas as progênies. A primeira progênie do ordenamento é a 25 GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*). A família apresenta ganhos superiores a 5 testemunhas clonais avaliadas no experimento na relação produtividade e sobrevivência. As espécies *E. tereticornis* e *E. camaldulensis* apresentam conhecidas características para viabilizar o potencial de sobrevivência e crescimento em áreas severas de seca (MADHIBHA et al., 2013). Em razão disso, apresenta alto potencial para selecionar indivíduos a serem destinados a novos ciclos de recombinação e formação de plantio em testes clonais.

Observa-se no ordenamento 15 famílias de progênies superiores a testemunha 34 - AEC1528 - (*E. grandis* × *E. urophylla*). A testemunha 34 apresentou sobrevivência (65%) superior à média da população experimental (52%), diante disso, demonstra o potencial dessas famílias de progênies para seleção de indivíduos com alta sobrevivência em ambientes de déficit hídrico. As três melhores progênies classificadas no ranking genético são híbridos de *Eucalyptus* que apresentam ótimo potencial para selecionar árvores para plantio em áreas de déficit hídrico, observa-se que apresentam sobrevivência superiores a 75% e IMAvol que chega a 18 m³/ha/ano para o tratamento 24 GG3389×GG4302 – *E. urophylla* HE × *E. brassiana* (Tabela 9). As três melhores famílias apresentam espécies do subgênero *Symphyomyrthus*, secção *Exsertaria* (*E. camaldulensis*, *E. brassiana* e *E. tereticornis*) (FONSECA et al., 2010). As espécies são encontradas em áreas áridas na Austrália, em razão disso, pode-se constatar a importâncias dessas espécies em combinação genéticas para geração de progênies de alta produtividade e sobrevivência pela ótima adaptabilidade para locais de déficit hídrico. Além disso, híbridos com as espécies (*E. urophylla* e *E. camaldulensis*) apresentam potencial de conferir uma maior tolerância à seca pela

capacidade de resistir à embolia, eficiência do uso de água e características que retardam as altas tensões no xilema (OLIVEIRA et al., 2022).

Tabela 9 - Melhores famílias de progênies classificadas para o produto dos valores genotípicos (u + g) de sobrevivência e IMAvol (m³/ha/ano).

Tratamento	Família	Espécies	IMAvol	SOB (%)
3	GG682xGG927	(E. urophylla x E. grandis) x (E. camaldulensis)	13,87	0.80
24	GG3389xGG4302	(E. urophylla HE) x (E. brassiana)	18,33	0.85
25	GG3389xGG4304	(E. urophylla HE) x (E. urophylla x E. tereticornis)	17.06	0.75

*Incremento médio anual volumétrico (m³/ha/ano); SOB: Sobrevivência em porcentagem.

A seleção das melhores progênies permite direcionar o programa de melhoramento genético do Projeto Tolerância de *Eucalyptus* à seca na obtenção de materiais melhorados. Além disso, realizar um ajuste dos valores genotípicos pelo ordenamento (IMAvol*SOB) pode permitir uma seleção mais eficiente dos materiais a serem destinados a áreas de déficit hídrico, pois apresentam indivíduos com alta sobrevivência e produtividade.

3.5 Seleção de potenciais genitores e clones

A seleção de potenciais genitores foi realizada pelo valor genético aditivo (u+a) dos materiais de alto potencial de tolerância à seca (Tabela 10). O ordenamento das 20 melhores árvores revela ganhos individuais de seleção positivos e superiores a 50% em relação à média geral da população para todas as progênies. Logo, pode-se constatar o alto potencial dos genitores selecionados para formação de novos pomares de hibridação e produção de sementes melhoradas. A primeira árvore classificada é a 370 GG3389xGG4302 – (*E. urophylla HE* x *E. brassiana*) e revela ganho de 81% superior à média geral da população. Os valores de ganhos encontrados são superiores aos genitores na seleção de progênies de *E. grandis* e *E. urophylla* avaliados aos 58 meses de idade (ROCHA et al., 2007). Além disso, o ótimo potencial do melhor híbrido genitor pode estar associado a espécie *E. brassiana*, pois é uma espécie reconhecida pelo alto potencial de sobrevivência e crescimento em áreas de deficit hídrico (SILVA, et al., 2017).

Caso desejável na próxima etapa de melhoramento, pode-se realizar um desbaste no Teste de Progênies visando manter apenas árvores de progênies superiores para formação de um Pomar de Sementes por Mudas – PSM com materiais de alta produtividade e mérito genético para geração de sementes melhoradas.

Tabela 10. Ranking dos 20 potenciais genitores por seus valores genéticos aditivos (u+a) e ganhos preditos para o caráter IMAvol ($m^3/ha/ano$) em relação à média geral do experimento. (continua)

Ranking	Bloco	Família	Cruzamento	Árvore	(u+a)	GISG (%)
1	2	24	GG3389×GG4302	370	26,63	81,39
2	1	36	GG2759×VS2	36	25,54	74,00
3	20	25	GG3389×GG4304	4337	24,19	64,76
4	5	184	VM7×VM4	911	23,71	61,49
5	9	199	VM4×CAM	1841	23,66	61,20
6	15	25	GG3389×GG4304	3122	23,43	59,60
7	5	163	AEC2034×LR831	978	23,42	59,53
8	9	41	GG3389×AEC2034	1978	23,40	59,40
9	18	24	GG3389×GG4302	3896	23,35	59,09
10	9	25	GG3389×GG4304	1940	23,10	57,38
11	12	91	GG1883×GG4302	2430	22,93	56,18
12	3	199	VM4×CAM	485	22,88	55,88
13	5	162	AEC2034×LR830	928	22,78	55,19
14	4	158	GG3633×BRA	875	22,62	54,05
15	8	208	VM1×VT4	1564	22,38	52,43
16	3	208	VM1×VT4	570	22,33	52,09
17	18	25	GG3389×GG4304	3938	22,26	51,65
18	17	91	GG1883×GG4302	3681	22,21	51,26
19	17	25	GG3389×GG4304	3629	22,19	51,15
20	2	177	I3000×VM1	424	22,15	50,88

(u+a): Valor genético aditivo; GISG (%): Ganho individual de seleção de genitores em relação à média geral da população para o IMAvol - 14.68 $m^3/ha/ano$).

A hibridação e clonagem são técnicas que possibilitam o avanço do setor florestal no Brasil e destaque mundial na produção de produtos florestais madeireiros. Os clones de Eucalipto formam florestas uniformes e pela reprodução assexuada, principalmente pela técnica de miniestaquia, pode-se multiplicar indivíduos para formação de florestas em grande escala. Diante disso, obter materiais genéticos pelos seus valores genotípicos (u+g) é importante na seleção ideal de matérias a serem destinados a clonagem em viveiros florestais.

A seleção de potenciais clones é realizada pela classificação dos materiais pelos seus valores genotípicos (u+g) para o caráter silvicultural de interesse (Tabela 11). A seleção dos híbridos de *Eucalyptus* considerou como caráter classificatório o valor genotípico para o IMAvol. A avaliação revela 20 materiais elite com alto potencial para clonagem, pois constata-se ganhos superiores à média geral da população que chegam a 98% e para a média da melhor testemunha clonal ganhos que chegam a 36% para o primeiro indivíduo (370) classificado GG3389×GG4302 – *E. urophylla* HE

× *E. brassiana*, mesma árvore em primeira colocada no ranking de potenciais genitores.

O ordenamento irá auxiliar na tomada de decisões no programa de melhoramento genético, já que permite designar árvores elite para testes clonais e verifica o mérito genotípico da população de híbridos de progênes para clonagem. A instalação dos testes deve ser realizada em blocos casualizados, látice ou delineamentos que otimizem o ensaio, no entanto, recomenda-se pelo menos 100 indivíduos por material genético para conduzir a acurácias superiores a 90% (FONSECA, et al; 2010). Além disso, sugere-se avaliações em diferentes locais de forma a reduzir os efeitos de interação genótipos x ambientes.

Constata-se dois indivíduos (370 e 3896) classificados pertencentes a melhor família classificada 24 GG3389×GG4302 – *E. urophylla* HE × *E. brassiana*, um indivíduo (36) da segunda melhor família 36 - GG2759×VS2 (*E. urophylla*) × (*E. camaldulensis*) e três indivíduos (4337, 3122 e 1940) classificadas como potenciais clones pertencentes a família 25 GG3389×GG4304 – ((*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*)), terceira família classificada entre as melhores do teste de progênes na relação produtividade e sobrevivência. As verificações revelam o potencial dessas famílias para gerar indivíduos elite para o programa de melhoramento genético. Além disso, o ranking apresenta que 35% dos cruzamentos entre os 20 potenciais clones são originados de combinações com o genitor GG3389 (*E. urophylla* HE), devendo-se melhor compreender a importância desse material genético para geração de híbridos de Eucalipto tolerantes à seca (Tabela 11).

Tabela 11 - Ranking dos potenciais clones por seus valores genotípicos (u+g) e ganhos preditos para o caráter de crescimento IMAvol (m³/ha/ano) em relação à média geral do experimento e a melhor testemunha.

								(continua)
Ranking	Bloco	Família	Cruzamento	Indivíduo	(u+g)	GISC (%)	GISCT1 (%)	
1	2	24	GG3389×GG4302	370	29,19	98,85	36,29	
2	1	36	GG2759×VS02	36	27,84	89,65	29,99	
3	5	184	VM7×VM4	911	25,87	76,23	20,78	
4	20	25	GG3389×GG4304	4337	25,48	73,60	18,98	
5	5	163	AEC2034×LR831	978	25,44	73,28	18,76	
6	9	41	GG3389×AEC2034	1978	25,15	71,31	17,42	
7	9	199	VM4×CAM	1841	25,06	70,69	16,99	
8	18	24	GG3389×GG4302	3896	24,61	67,63	14,89	
9	15	25	GG3389×GG4304	3122	24,42	66,37	14,03	

Tabela 11 - Ranking dos potenciais clones por seus valores genotípicos (u+g) e ganhos preditos para o caráter de crescimento IMAvol (m³/ha/ano) em relação à média geral do experimento e a melhor testemunha.

Ranking	Bloco	Família	Cruzamento	Indivíduo	(u+g)	(conclusão)	
						GISC (%)	GISCT1 (%)
10	12	91	GG1883×GG4302	2430	24,20	64,83	12,97
11	5	162	AEC2034×LR830	928	24,16	64,55	12,78
12	2	177	I3000×VM1	424	24,04	63,77	12,25
13	9	25	GG3389×GG4304	1940	23,97	63,26	11,90
14	3	199	VM4×CAM	485	23,96	63,24	11,88
15	4	158	GG3633×BRA	875	23,72	61,59	10,75
16	15	154	GG3389×TER	3132	23,44	59,64	9,42
17	8	208	VM1×VT4	1564	23,32	58,87	8,89
18	12	92	GG1883×GG4304	2640	23,30	58,69	8,76
19	3	208	VM1×VT4	570	23,25	58,39	8,56
20	17	91	GG1883×GG4302	3681	23,19	57,94	8,25

GISC: Ganho individual de seleção dos potenciais clones em relação à média geral da população do teste de progênies (Média geral: 52% de sobrevivência e 14,68 m³/ha/ano); GISCT1: Ganho individual de seleção dos potenciais clones em relação à média geral da melhor testemunha (VM1: 100% de sobrevivência e 21,42 m³/ha/ano).

Os resultados obtidos mostram ganhos genotípicos superiores aos encontrados para clones multiespécies de Eucalipto avaliados pelo IMAvol aos 3 anos de idade (43,7% em relação à média geral e 14,7% em relação a testemunhas) (SANTOS et al., 2013) e aos 6 anos de idade para 18 progênies de híbridos de Eucalipto em relação a melhor testemunha clonal (22,14%) (NOGUEIRA et al., 2019). Os materiais do ranking são indivíduos elite com potencial para clonagem e instalação de plantios piloto, visando verificar a produtividade em larga escala e adaptação dos materiais em áreas de déficit hídrico.

3.6 Parâmetros genéticos e correlações entre os caracteres morfofisiológicos e crescimento

A avaliação da população por meio dos parâmetros genéticos para a característica de união da variável de produtividade e morfofisiológica (IMAvol (m³/ha/ano) / Ψw (Mpa)) permite identificar as melhores famílias com alto incremento volumétrico e o potencial dos seus indivíduos em manterem-se mais hidratados em épocas de extrema seca.

A classificação das magnitudes de herdabilidade individual (h²a) são identificadas de acordo com Resende (2002) como: baixa, quando varia de 0,01 a 0,15; moderada, ao variar de 0,15 a 0,50; e alta, quando acima de 0,50. As

características (IMAvol ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$) / Ψ_w , (Mpa)) ($h^2a - 0.22$), Ψ_w , ALT, DAP, IMAvol ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$), AFE e *Chl b* revelam herdabilidade individual de moderada magnitude e controle genético nos tratamentos avaliadas no site de Buritizeiro – Minas Gerais. As variáveis *Chl a* e *Chl t* apresentaram valores iguais a zero e de baixa magnitude, respectivamente, diante disso, são características de baixo controle genético na população avaliada.

Tabela 12 - Estimativas dos parâmetros genéticos para o caráter (IMAvol ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$) / Ψ_w , (Mpa)), crescimento e morfofisiológicos na seleção das melhores famílias híbridas de *Eucalyptus* com potencial de tolerância à seca aos 2,5 anos de idade.

P.G.	(IMAvol/ Ψ_w)	Ψ_w	IMAvol	A					
				LT	DAP	AFE	<i>Chl a</i>	<i>Chl b</i>	<i>Chl t</i>
h^2a	0,22	0,35	0,32	0,30	0,38	0,43	0,00	0,35	0,05
$c^2\text{parc}$	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,11	0,09	0,11
$h^2\text{mp}$	0,34	0,45	0,43	0,42	0,49	0,52	0,01	0,39	0,08
Acprog	0,58	0,67	0,65	0,64	0,70	0,72	0,10	0,63	0,29
$h^2\text{ad}$	0,14	0,24	0,22	0,20	0,27	0,31	0,00	0,24	0,03
Média geral	4,98	3,55	16,81	10,22	9,82	91,78	0,68	0,40	1,09

*P.G.: Parâmetros genéticos; (IMAvol/ Ψ_w): Relação entre o Incremento médio anual volumétrico e potencial hídrico foliar. Ψ_w : Potencial hídrico foliar; IMAvol: Incremento médio anual volumétrico; ALT: Altura; DAP: Diâmetro à altura do peito; AFE: Área foliar específica; *Chl a*: Clorofila A; *Chl b*: Clorofila B; *Chl t*: Clorofila total.

O coeficiente de herdabilidade da média de progênies ($h^2\text{mp}$) apresenta valores entre 0,42 e 0,49 para os caracteres de crescimento IMAvol, DAP e ALT. Os valores são inferiores aos encontrados em teste de progênies de *E. grandis* avaliados aos 2 anos (MIRANDA e tal., 2015) e híbridos de *Eucalyptus* avaliados aos 6 anos (NOGUEIRA et al., 2019). Resultados de avaliação da variável IMAvol revela valores de herdabilidade de 0,58 e 0,74 para clones de Eucalipto aos 3 e 9 anos (CASTRO, et al., 2018), os valores são superiores, mas a avaliação aos 2,5 anos para progênies demonstra potencial para avançar em maiores valores de herdabilidade na seleção das progênies em idade avançada.

As variáveis morfofisiológicas Ψ_w , AFE, *Chl a*, *Chl b* e *Chl t*, apresentam valores de $h^2\text{mp}$ entre 0,01 e 0,52. Saliencia-se que são escassos os estudos na literatura que relatam estimativas de parâmetros genéticos para seleção de genótipos de *Eucalyptus* por meio de caracteres de morfologia e fisiologia vegetal em idade avançada. Observa-se potencial para seleção de progênies pelas variáveis morfofisiológicas Ψ_w (0,45), *Chl b* (0,39) e AFE (0,52), e existência da possibilidade de ganhos genéticos advindos das árvores selecionadas nas famílias por esses

caracteres. O resultado revela a possibilidade dos indivíduos oriundos de novos ciclos de recombinação apresentarem maior potencial fotossintético, menor área para perda de água e possivelmente maior eficiência do uso da água.

A acurácia (Acprog) das características avaliadas apresentam estimativas aproximadas e superiores a 0,60 para as variáveis (IMavol ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$) / Ψ_w , Mpa), Ψ_w , ALT, DAP, IMavol, AFE e *Chl b*, caracterizadas como de moderada a alta acurácia. As variáveis *Chl a* e *Chl t* apresentam baixo valor de acurácia (RESENDE & DUARTE, 2007). Os valores encontrados corroboram para seleções estatístico-genéticas realizadas no delineamento experimental do programa de melhoramento genético e são de ótima confiabilidade nos caracteres de alta e moderada magnitude (RESENDE & DUARTE, 2007). O coeficiente de determinação dos efeitos de parcela - (c^2_{parc}) até 10% não interfere na estimativa genéticas. As avaliações apresentam valores em que o ambiente pouco interferiu nos blocos do experimento e as estimativas genéticas obtidas não tiveram influência dos fatores ambientais para todas as variáveis (RESENDE, 2002).

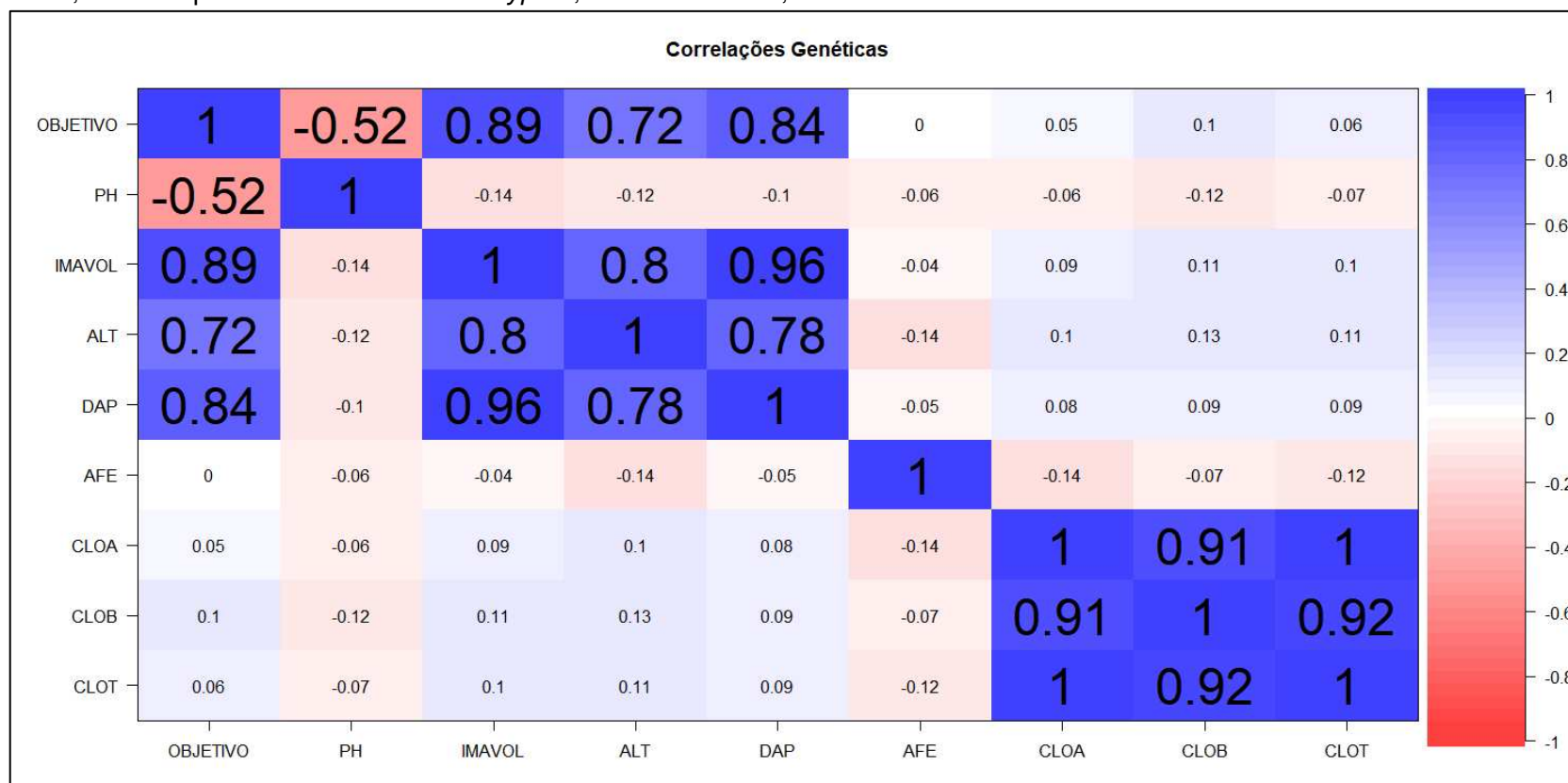
Nesse contexto, verifica-se a importância das variáveis de crescimento e morfofisiológicas para seleção de indivíduos e famílias, principalmente das que foram obtidos resultados positivos em relação ao controle genético e acurácia, as quais foram: (IMavol/ Ψ_w), Ψ_w , ALT, DAP, IMavol, AFE e *Chl b*.

A literatura apresenta poucos trabalhos sobre seleção genética de genótipos de *Eucalyptus* destinados a áreas de déficit hídrico, inclusive em associações entre variáveis de crescimento e morfofisiologia, como a variável objetivo de melhoramento criada (IMavol/ Ψ_w). No entanto, reporta-se pesquisa que sugerem a densidade estomática e a espessura total da folha em fase de mudas de Eucalipto como biomarcadores fenotípicos de “dieback”, inclusive, demonstram herdabilidade média e alta acurácia na seleção dos indivíduos (CONDÉ, et al., 2020). Diante disso, existe potencial para selecionar indivíduos com alta produtividade em características morfofisiológicas adequadas para áreas de déficit hídrico.

A correlação entre os caracteres de crescimento e morfofisiológicos dos híbridos de *Eucalyptus* foi realizada pelos valores genéticos obtidos pelo Software Selegen REML/BLUP e plotado com o uso do Software R (Figura 8). Observa-se alta correlação, superior a 0,70, entre as variáveis de crescimento ALT, DAP e IMavol com a variável objetivo de melhoramento genético (IMavol/ Ψ_w). Isso é explicado pela alta

correlação entre as variáveis DAP (0,96) e ALT (0,80) com o caráter de produtividade IMAVOL que participa da razão da variável ($IMAVOL/\Psi_w$)

Figura 8 - Correlações genéticas entre os caracteres de objetivo do melhoramento (IMAvol / Ψ_w), potencial hídrico foliar (Ψ_w), Altura total (ALT, m), Diâmetro à altura do peito (DAP, cm), Incremento médio anual volumétrico (IMAvol, m³/ha/ano), Área foliar específica (AFE, Cm² g⁻¹), Teor de Clorofila a, b e total para os híbridos de *Eucalyptus*, avaliados aos 2,5 anos de idade.



*OBJETIVO - (IMAvol (m³/ha/ano / Ψ_w , (Mpa)); PH – Potencial hídrico foliar (Ψ_w , Mpa); IMAVOL – Incremento Médio anual volumétrico (m³/ha/ano); ALT - Altura tota (ALT, m); DAP – Diâmetro à altura do peito (DAP, cm); AFE – Área Foliar Específica (cm² g⁻¹); CLO A – *Chl a*; CLO B – *Chl b*; CLO T - (*Chl a* + *Chl b*).

A seleção de genótipos tolerantes à seca por meio de caracteres morfofisiológicos e de crescimento em testes de progênies possibilitará recomendar clones de maior crescimento e sobrevivência para áreas de déficit hídrico (HODECKER et al., 2017). Constata-se valor de correlação de -0,52 entre o Ψ_w com a variável (IMavol/ Ψ_w), e de -0.14 com o IMavol ($m^3/ha/ano$). O resultado apresenta informação relevante para o programa de melhoramento florestal, pois materiais genéticos com menores valores de Ψ_w podem viabilizar genótipos com maior produtividade em IMavol e de menor stress hídrico em época de seca severa. A literatura apresenta informação de indivíduos de Eucalipto em fase de muda com maior sobrevivência após atingir potencial hídrico do xilema de - 4,1 Mpa (NAVARRETE-CAMPOS et al.; 2013) e a importância de seleção de genótipos de Eucalipto tolerantes à seca pelo Ψ_w em avaliação realizada aos 18 meses (OLVEIRA, 2021). No entanto, são escassas pesquisas com avaliações desse caráter em associação com o crescimento de Eucalipto em idade avançada.

Observa-se correlação com valores superiores ou similares a 0,10 para a variável teor de *Chl* com as variáveis de crescimento ALT, DAP, IMavol e (IMavol / Ψ_w). Os valores são positivos e de baixa magnitude, no entanto, existe possibilidade de aumento de crescimento e produtividade dos indivíduos associado a maior captura de energia luminosa e maximização da fotossíntese. Nesse contexto, pesquisas mais robustas devem ser realizadas visando constatar a real importância do aumento dos tipos de clorofila na fotossíntese com a produtividade e tolerância à seca do Eucalipto.

3.7 Índices de seleção das melhores famílias e potenciais clones

Os impactos da limitação hídrica no crescimento das plantas são focados em respostas associadas a morfologia e fisiologia vegetal, no entanto, são escassos os estudos na literatura que relatam a interação entre essas variáveis (SUSILUOTO & BERNINGER, 2007) e de caracteres morfofisiológicos associados com a produtividade das plantas. Diante disso, um índice para seleção das melhores famílias com potencial de tolerância à seca e alta produtividade foi realizado pela razão entre o IMavol e Ψ_w .

A relação entre as duas variáveis pode identificar famílias com alta produtividade e tolerância ao stress hídrico, pois podem apresentar indivíduos mais

hidratados em épocas de seca. Diante disso, observa-se como primeira classificada a testemunha 11 - GG2673 (*E. urophylla*). Além disso, entre as cinco primeiras classificadas encontram-se 3 progênies desenvolvidas pelo Projeto Tolerância de *Eucalyptus* à Seca: 24 - GG3389 × GG4302 (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*), 199 - VM4×CAM (*E. urophylla* HE) × (*E. camaldulensis*) e 36 GG2759×VS2 (*E. urophylla*) × (*E. camaldulensis*) (Tabela 14). As progênies apresentam ganhos superiores as demais 5 testemunhas, alto valor de crescimento volumétrico e aproximado para a média de potencial hídrico de todas as famílias (Tabela 13), demonstrando maior equilíbrio em permanecerem hidratadas em relação aos demais genótipos.

O resultado superior desses materiais em relação as demais progênies e testemunhas GG1923 – *E. urophylla*, VM1 (*E. urophylla* × *E. camaldulensis*), AEC1528 - (*E. grandis* × *E. urophylla*), I144 - (*E. urophylla* HE), GG1980 - (*E. urophylla*) podem estar associados a formação dos híbridos com espécies da seção Exsertaria (Subgênero *Symphomyrtus*), pois o desenvolvimento dessas espécies na evolução foi em ambientes de alta restrição hídrica (SILVA, et al., 2017).

Tabela 13 - Valores médios de Incremento médio anual volumétrico – IMAvol e Potencial hídrico das famílias avaliadas na seleção pelo índice aditivo (IMAvol/ Ψw).

(continua)

Tratamentos	Famílias	Média de IMAvol	Média de Ψw
11	GG2673	27,49	-4,00
36	GG2759×VS2	25,10	-3,08
24	GG3389×GG4302	24,24	-3,53
40	GG1980	23,47	-3,25
156	GG3633×PEL	22,79	-2,71
199	VM4×CAM	21,85	-3,80
177	I3000×VM1	21,71	-4,42
45	GG918×VS62	20,94	-4,03
23	VM1	20,75	-2,84
34	AEC1528	20,22	-3,06
208	VM1×VT4	19,92	-3,52
220	VM1×VM4	19,49	-3,14
168	AEC2034×CAM	19,21	-3,52
13	GG1923	18,95	-2,62
37	I144	18,85	-2,94
83	GG4383×AEC2034	18,68	-3,75
162	AEC2034×LR830	17,96	-3,21
110	GG3633×GG4302	17,25	-3,66
3	GG682×GG927	17,17	-3,51
21	GG2759×GG4304	17,07	-3,66
59	GG4304×VT4	16,71	-4,10

Tabela 13 - Valores médios de Incremento médio anual volumétrico – IMAvol e Potencial hídrico das famílias avaliadas na seleção pelo índice aditivo (IMAvol/ Ψ_w).

(conclusão)

Tratamentos	Famílias	Média de IMAvol	Média de Ψ_w
141	GG2034×PEL	16,52	-3,88
188	VM7×VCC2880	16,43	-3,67
163	AEC2034×LR831	15,93	-3,18
202	VM4×TER	15,61	-3,61
169	AEC2034×TER	15,21	-4,32
60	GG4304×AEC2034	14,93	-3,09
68	GG918×GG4386	14,76	-4,09
94	GG1883×GG4386	14,64	-3,87
146	GG918×PEL	14,44	-4,06
145	GG682×BRA	14,12	-3,67
20	GG2759×GG4302	13,24	-3,36
214	VM1×CAM	12,86	-3,41
44	GG918×GG918	12,61	-3,97
66	GG918×GG4304	12,56	-3,88
84	GG4383×AEC2197	12,41	-2,79
207	VM7×TER	12,39	-3,25
206	VM7×LON	11,85	-4,02
134	GG4304×AEC2197	10,47	-3,60
64	CNB16×CNB16	9,86	-3,12
211	VM1×CNB16	9,28	-3,28
179	I3000×VS2	8,81	-3,95
124	GG4302×GG4302	6,56	-3,57
Média Geral	-	16,64	-3,55

A progênie 24 - GG3389xGG4302 (*E. urophylla HE*) × (*E. brassiana*) apresenta ganhos superiores a 10% em relação a todas as demais famílias de progênies e testemunhas. A família apresenta valor similar a média de Ψ_w das famílias (-3,55 Mpa) e alto crescimento em volume. A redução no Ψ_w em geral é observada em estações quentes (PRITZKOW, et al., 2020) e mudanças drásticas no status hídrico do vegetal podem ter influência no crescimento e fisiologia (WHITEHEAD & BEADLE, 2004). Além disso, sabe-se que a embolia do xilema é considerada a principal causa da mortalidade de espécies florestais perenes em áreas de seca (PRITZKOW et al. 2022).

A melhor relação (IMAvol/ Ψ_w) obtida pelo cruzamento 24 - GG3389xGG4302 (*E. urophylla HE*) × (*E. brassiana*) e demais progênies entre as melhores, pode viabilizar indivíduos elite com alto crescimento volumétrico e em tolerância ao stress hídrico pelo melhor Ψ_w em relação aos demais materiais genéticos. O índice é um indicativo dos melhores materiais caracterizados pela produtividade e Ψ_w , no entanto,

sabe-se que após severa seca o Eucalipto pode demandar um período de pelo menos 6 meses para recuperar-se do stress hídrico (GAUTHEY et al., 2022). Salienta-se que são escassos os estudos no estado da arte sobre seleção de genótipos de *Eucalyptus* com associação de variáveis de crescimento volumétrico e morfofisiológicas para tolerância à seca em idade avançada de avaliação.

Tabela 14 - Índice de seleção aditivo das melhores famílias realizado para a variável objetivo de melhoramento (IMAvol/ Ψw).

(continua)

Ranking	Tratamento	Cruzamentos	Espécies	Índice	Ganho	Ganho (%)
1	11	GG2673	<i>Testemunha (E. urophylla)</i>	19,41	19,41	11,71
2	24	GG3389×GG4302	<i>(E. urophylla HE) × (E. brassiana)</i>	18,95	19,18	10,37
3	199	VM4×CAM	<i>(E. urophylla HE) × (E. camaldulensis)</i>	18,80	19,05	9,66
4	36	GG2759×VS2	<i>(E. urophylla) × (E. camaldulensis)</i>	18,62	18,95	9,04
5	23	VM1	<i>Testemunha (E. urophylla × E. camaldulensis)</i>	18,39	18,84	8,40
6	40	GG1980	<i>Testemunha (E. urophylla)</i>	18,34	18,75	7,93
7	34	AEC1528	<i>Testemunha (E. grandis × E. urophylla)</i>	18,26	18,68	7,52
8	156	GG3633×PEL	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita)</i>	18,25	18,63	7,21
9	45	GG918×VS62	<i>(E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	18,23	18,58	6,95
10	220	VM1×VM4	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla HE)</i>	18,18	18,54	6,72
11	37	I144	<i>Testemunha (E. urophylla HE)</i>	17,99	18,49	6,43
12	168	AEC2034×CAM	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. camaldulensis)</i>	17,98	18,45	6,19
13	177	I3000×VM1	<i>(E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. camaldulensis)</i>	17,90	18,41	5,94
14	13	GG1923	<i>Testemunha (E. urophylla)</i>	17,82	18,37	5,70
15	141	GG2034×PEL	<i>(E. grandis HE) × (E. pellita)</i>	17,79	18,33	5,48
16	83	GG4383×AEC2034	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita) × (E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	17,74	18,29	5,27
17	202	VM4×TER	<i>(E. urophylla HE) × (E. tereticornis)</i>	17,73	18,26	5,08
18	162	AEC2034×LR830	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. longirostrata)</i>	17,63	18,22	4,88
19	208	VM1×VT4	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. grandis)</i>	17,56	18,19	4,68
20	163	AEC2034×LR831	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. longirostrata)</i>	17,55	18,16	4,50
21	21	GG2759×GG4304	<i>(E. urophylla) × (E. urophylla × E. tereticornis)</i>	17,53	18,13	4,32
22	68	GG918×GG4386	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita × E. brassiana)</i>	17,46	18,10	4,15
23	60	GG4304×AEC2034	<i>(E. urophylla × E. tereticornis) × (E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	17,45	18,07	3,99
24	188	VM7×VCC2880	<i>(E. urophylla HE) × (E. urophylla × E. grandis)</i>	17,41	18,04	3,83

Tabela 14 - Índice de seleção aditivo das melhores famílias realizado para a variável objetivo de melhoramento (IMAvol/ Ψ_w).

Ranking	Tratamento	Cruzamentos	Espécies	Índice	Ganho	(conclusão) Ganho (%)
25	146	GG918×PEL	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita)</i>	17,35	18,01	3,67
26	145	GG682×BRA	<i>(E. urophylla × E. grandis) × (E. brassiana)</i>	17,08	17,98	3,47
27	94	GG1883×GG4386	<i>(E. urophylla) × (E. pellita × E. brassiana)</i>	17,05	17,94	3,27
28	110	GG3633×GG4302	<i>(E. camaldulensis) × (E. brassiana)</i>	17,02	17,91	3,08
29	3	GG682×GG927	<i>(E. urophylla × E. grandis) × (E. camaldulensis)</i>	16,99	17,88	2,89
30	169	AEC2034×TER	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. tereticornis)</i>	16,98	17,85	2,72
31	59	GG4304×VT4	<i>(E. urophylla × E. tereticornis) × (E. urophylla × E. grandis)</i>	16,96	17,82	2,56
32	66	GG918×GG4304	<i>(E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. tereticornis)</i>	16,87	17,79	2,39
33	214	VM1×CAM	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	16,86	17,76	2,22
34	84	GG4383×AEC2197	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita) × (E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	16,85	17,73	2,07
35	207	VM7×TER	<i>(E. urophylla HE) × (E. tereticornis)</i>	16,67	17,70	1,90
36	44	GG918×GG918	<i>(E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	16,66	17,68	1,73
37	206	VM7×LON	<i>(E. urophylla HE) × (E. longirostrata)</i>	16,47	17,64	1,54
38	64	CNB16×CNB16	<i>(E. urophylla HE) × (E. urophylla HE)</i>	16,32	17,61	1,34
39	179	I3000×VS2	<i>(E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	16,08	17,57	1,12
40	211	VM1×CNB16	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla HE)</i>	15,72	17,52	0,85
41	134	GG4304×AEC2197	<i>(E. urophylla × E. tereticornis) × (E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	15,63	17,48	0,58
42	20	GG2759×GG4302	<i>(E. urophylla) × (E. brassiana)</i>	15,30	17,42	0,29
43	124	GG4302×GG4302	<i>(E. brassiana) × (E. brassiana)</i>	15,29	17,38	-

As árvores apresentam diversas estratégias desenvolvidas com a evolução para sobreviver ao déficit hídrico e à alta evapotranspiração, como a perda de folhas para reduzir a atividade transpiracional, ajustes fisiológicos e adaptações anatômicas (OSAKABE et al., 2011; KOZLOWSKI & PALLARDY, 2002). Diante disso, verifica-se a importância para seleção de indivíduos a serem clonados pelas características de produtividade e morfofisiológicas. Os vinte melhores potenciais clones foram selecionados pelos valores genotípicos das variáveis de crescimento e morfofisiológicas dos indivíduos amostrados nas 43 famílias (Tabela 15). O índice foi realizado pela designação de pesos de relevância para cada caráter de acordo com o verificado na correlação genética entre as variáveis. Nesse contexto, pode-se selecionar indivíduos com alto potencial de crescimento volumétrico e tolerante à seca de acordo com a relevância de cada variável de crescimento e morfofisiológica em ambiente de stress hídrico.

O índice permite direcionar a seleção, pois são especificados (“maior”) ou (“menor”) peso para os valores genéticos de cada caráter (RESENDE, 2016). As especificações de relevância para cada variável foram estabelecidas de acordo com as estratégias adotadas pelas plantas em áreas de déficit hídrico, como reduzir a área foliar para diminuir a superfície transpiracional (CARIGNATO et al., 2019). Salienta-se que as reduções na área foliar específica são importantes para conferir tolerância em plantas sujeitas a escassez hídrica (ACKERLY et al., 2002), podendo estar associadas a variações nos valores do comprimento e largura foliar como estratégia para maximizar a captação de energia luminosa. Além disso, salienta-se que reduções no Ψ_w em geral são observadas em estações quentes do ano (PRITZKOW, et al., 2020). Nesse contexto, indivíduos com essas características e pertencentes a famílias de menor Ψ_w são ótimos candidatos a seleção para potenciais clones.

Nesse contexto, a seleção foi realizada diante o seguinte direcionamento de melhoramento florestal: Objetivo (“maior”), Ψ_w (“menor”), ALT (“maior”), DAP (“maior”), IMAvol (“maior”), AFE (“menor”) e Clorofilas (“maior”). Observa-se que combinando todas as características ideias de um material genético com alta produtividade e tolerância à seca encontrasse entre os melhores clones 18 indivíduos (90%) pertencentes a progênies do Projeto Tolerância à Seca. Constata-se que são indivíduos híbridos multespécies e 70% apresentam cruzamentos com a espécie *E. camaldulensis*.

Os sete melhores potenciais clones superam a média dos indivíduos de todas as tesmunhas clonais do ensaio e são pertencentes as melhores famílias classificadas pela relação $(IMAvol/\Psi w)$. Diante disso, demonstram o ótimo potencial de tolerância á seca das progênies desenvolvidas pelas características de crescimento e morfofisiológicas.

Tabela 15 - Índice de seleção dos potenciais clones realizados para os caracteres silviculturais de crescimento Altura total, Diâmetro a altura do peito, Incremento médio anual volumétrico e as variáveis morfofisiológicas Ψ_w , AFE, *Chl a*, *Chl b* e *Chl t*.

Ranking	Bloco	Tratamentos	Cruzamento	Espécies	Indivíduo	Índice
1	1	36	GG2759×VS2	<i>(E. urophylla) × (E. camaldulensis)</i>	36	12,98
2	9	199	VM4×CAM	<i>(E. urophylla HE) × (E. camaldulensis)</i>	1841	12,78
3	3	199	VM4×CAM	<i>(E. urophylla HE) × (E. camaldulensis)</i>	485	12,45
4	15	24	GG3389×GG4302	<i>(E. urophylla HE) × (E. brassiana)</i>	3221	12,23
5	12	220	VM1×VM4	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla HE)</i>	2548	12,15
6	5	156	GG3633×PEL	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita)</i>	1086	12,02
7	4	36	GG2759×VS02	<i>(E. urophylla) × (E. camaldulensis)</i>	770	11,86
8	-	11	GG2673	Testemunha <i>(E. urophylla)</i>		11,82
9	18	45	GG918×VS62	<i>(E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	3800	11,81
10	5	168	AEC2034×CAM	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. camaldulensis)</i>	883	11,76
11	2	177	I3000×VM1	<i>(E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. camaldulensis)</i>	424	11,75
12	18	220	VM1×VM4	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla HE)</i>	3826	11,70
13	1	156	GG3633×PEL	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita)</i>	156	11,63
14	9	45	GG918×VS62	<i>(E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	1844	11,63
15	4	24	GG3389×GG4302	<i>(E. urophylla HE) × (E. brassiana)</i>	704	11,61
16	-	23	VM1	Testemunha <i>(E. urophylla × E. camaldulensis)</i>		11,52
17	6	24	GG3389×GG4302	<i>(E. urophylla HE) × (E. brassiana)</i>	1128	11,50
18	20	21	GG2759×GG4304	<i>(E. urophylla) × (E. urophylla × E. tereticornis)</i>	4248	11,50
19	7	208	VM1×VT4	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. grandis)</i>	1514	11,48
20	1	162	AEC2034×LR830	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. longirostrata)</i>	162	11,48

*Testemunhas: Considera-se médias de todos os indivíduos amostrados na avaliação no teste de progênie de Buritizeiro – MG.

4 CONCLUSÕES

Há potencial para selecionar indivíduos superiores como genitores e clones na seleção estatístico-genética. Os indivíduos apresentam IMAvol que chegam a 48 m³/ha/ano, além disso, o teste de progênies apresenta média de sobrevivência de 52% em uma área de extreme déficit hídrico. O resultado médio de sobrevivência é um relevante indicativo para selecionar os melhores indivíduos em seleção genética, pois podem ser árvores oriundas de famílias com alta sobrevivência.

A análise estatístico-genética apresenta variabilidade genética e condições favoráveis para o programa de melhoramento genético, pois apresenta possibilidade de ganhos genéticos advindos da seleção de cruzamentos, potenciais genitores e clones. A seleção de cruzamentos apresenta famílias de progênies com ganho 100% superior à média da população geral e 35% em relação a segunda melhor testemunha. Há alto potencial dos genitores selecionados para formação de novos pomares de hibridação e destinados a produção de sementes melhoradas de genótipos elite. A seleção de clones revela indivíduos classificadas pertencentes a família 25 GG3389×GG4304 - (*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), primeira família classificada entre as melhores do teste de progênies na relação produtividade e sobrevivência. Os resultados revelam ótimos indivíduos de progênies com alta sobrevivência, para a instalação de testes clonais com maior produtividade e capacidade de adaptação a sites com intenso déficit hídrico.

O resultado de correlação das variáveis de crescimento e morfofisiológicas apresenta informação relevante para o programa de melhoramento florestal, pois materiais genéticos com menores valores de Ψ_w e maior teor de *Chl* podem viabilizar genótipos com maior produtividade em IMAvol e de menor stress hídrico em época de seca severa. A relação entre as variáveis (IMAvol/ Ψ_w) pode identificar famílias com alta produtividade e tolerância ao stress hídrico, pois podem apresentar indivíduos mais hidratados em épocas de seca. O índice revela que as progênies utilizadas nesse estudo apresentam ganhos superiores a 5 testemunhas, alto valor de incremento volumétrico e potencial hídrico adequado, demonstrando maior equilíbrio para permanecerem hidratadas em relação aos demais genótipos em severas secas.

A seleção de potenciais clones pelo índice que associa as variáveis de crescimento e morfofisiológicas revelam que dos 20 melhores indivíduos do ranking,

18 deles (90%) são pertencentes a progênies do Projeto Tolerância de *Eucalyptus* à Seca. Além disso, constata-se que são indivíduos híbridos multiespécies e 70% deles apresentam cruzamentos com a espécie *E. camaldulensis* na formação do híbrido.

Recomenda-se que os melhores indivíduos do ranking de valores genotípicos sejam clonados e que sigam para as fases de testes clonais ampliados visando a seleção de clones operacionais para áreas de déficit hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERLY D.D., KNIGHT C.A.; WEISS S.B.; Barton K.; STARMER K.P. Leaf size, specific leaf area and microhabitat distribution of chaparral woody plants: contrasting patterns in species level and community level analyses. **Oecologia**. v. 130, p. 449–457. 2002

ASSIS, T. F.; WARBURTON P.; HARWOOD, C. Artificially induced protogyni: an advance in the controlled pollination of *Eucalyptus*. **Australian Forestry**. v. 68, n. 1, p-27-33, 2005.

BLACKMAN, C.J.; CREEK, D.; MAIER, C.; ASPINWALL, M. J.; DRAKE, J. E.; PFAUSTSCH, S.; O'GRADY, A.; DELZON, S.; MEDLYN, B. E.; TISSUE, D. T.; CHOAT, B.; 2019. Drought response strategies and hydraulic traits contribute to mechanistic understanding of plant dry-down to hydraulic failure. **Tree Physiol**. v. 39, p. 910–924.

CASTRO, A. O. C.; NUNES, A. C. P.; SANTOS, O. P. S.; RESENDE, R. T.; SANTOS, G. A.; RESENDE, M. D. V.; CRUZ, C. D. Comportamento da interação genótipos por locais aos três e nove anos em clones de eucalipto. *Scientia Forestalis*. v. 46, n. 120, p. 594-605, 2018. doi: 10.18671/scifor.v46n120.08.

CAVALLI, J. P.; REICHERT, J. M.; RODRIGUES, M. F.; ARAÚJO, E. F. Composition and functional soil properties of arenosols and acrisols: Effects on eucalyptus growth and productivity. **Soil and Tillage Research**. v. 196, 2020. doi: 10.1016 / j.still.2019.104439

CHEN, X.; ZHAO, P.; OUYANG, L.; ZHU, L.; N. I, G; SCHÄFER; K.V. R.; Whole-plant water hydraulic integrity to predict drought-induced *Eucalyptus urophylla* mortality under drought stress. **Forest Ecology and Management**. v. 458, 2020. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118179

CONDÉ, S. A.; PICOLI, E. A. T.; CORRÊA, T. R.; DIAS, L. A. S.; LOURENÇO, R. D. S.; SILVA, F. C. S.; PEREIRA, W. L. & ZAUZA, E. A. V. Biomarkers for early selection in eucalyptus tolerant to dieback associated with déficit. **Brazilian Journal of Agricultura Sciences**. v. 15, p. 1-10, 2020. doi: 10.5039/agraria. v15i3a7515

FONSECA, S. M; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA, D.; Manual prático de melhoramento genético de eucalipto. VIÇOSA – MG, ED. UFV, 2010. ISBN: 978-85-7269-383-7

GAUTHEY, A.; PETERS, J. M. R.; LÒPEZ, R.; MURPHY-CARINS, M. R.; DOMINGUEZ, C. M. R.; TISSUE, D. T.; MEDLYN, B. E.; BRODRIBB, T. J.; CHOAT, B. Mechanisms of xylem hydraulic recovery after drought in *Eucalyptus saligna*. **Plant Cell Environ**. v. 45, n. 4, p. 1216 – 1228. doi: 10.1111/pce.14265

GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS A. C.; STAHL J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J. P. D.; LACLAU, J. P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in brazilian eucalypt plantations. **Forest ecology and management**. v. 301, p. 6-27, 2013. doi: 10.1016/j.foreco.2012.12.030

HODECKER, B. E.; PITA-BARBOSA, A.; BARROS, N. F.; MERCHANT, A. Water availability preceding long-term drought defines the tolerance of *Eucalyptus* to water restriction. **New Forests**. v. 49, n. 2, p. 173-195, 2017. doi: 10.1007/s11056-017-9612-6.

JESUS, F. M. Efeito do estresse hídrico na qualidade nutricional de *Eucalyptus camaldulensis* DEHN (MYRTACEAE) e no ataque de *Glycaspis brimblecombei* MOORE (HEMIPTERA: PSYLLIDAE). 2009. 56 p. Dissertação (Mestrado em Ciências biológicas) Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros, 2009.

KOZLOWSKI, T. T. & PALLARDY, S. G. Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. **The Botanical Review**. v. 68, n. 2, p. 270-334, 2002. doi: 10.1663/0006-8101(2002)068[0270:AAAROW]2.0.CO;2

LISEC J., SCHAUER N., KOPKA J., WILLMITZER L., FERNIE A.R. Gas chromatography mass spectrometry-based metabolite profiling in plants. **Nature Protocols**. v.1, p. 387-396, 2006. doi: <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.59>.

MIRANDA, A. C.; MORAES, M. L. T.; SILVA, P. H. M.; SEBBENN, A. M. Ganhos genéticos na seleção pelo método do índice multi-efeitos em progênies polinização livre de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 203-209, 2015.

MADHIBHA, T.; MUREPA, R.; MUSOKONY, C.; GAPARE, W. Genetic parameter estimates for interspecific *Eucalyptus* hybrids and implications for hybrid breeding strategy. **New Forests**. v. 44, p. 63-84, 2013, doi: 10.1007/s11056-011-9302-8.

NOGUEIRA, T. A. P. C.; NUNES, A. C. P.; SANTOS, G. A.; TAKAHASHI, E. K.; RESENDE, M. D. V.; CORRADI, I. S. Estimativa de parâmetros genéticos em progênies de irmãos completos de eucalipto e otimização de seleção. **Scientia Forestalis**, v. 47, n. 123, p. 451-462, 2019. doi: 10.18671/scifor.v47n123.07

NUNES, A.C.P; RESENDE, M.D. V.; SANTOS, G. A.; ALVES, R. S. Evaluation of different selection indices combining Pilodyn penetration and growth performance in *Eucalyptus* clones. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. v. 17, n. 3, 2017. doi: 10.1590/1984-70332017v17n3a32

OSAKABE, Y.; KAWAOKA, A.; NISHIKUBO, N.; OSAKABE, K. Responses to environmental stresses in woody plants: key to survive and longevity. **Journal of Plant Research**. v. 125, n. 1, p. 1-10, 2011. doi: 10.1007/s10265-011-0446-6

OLIVEIRA, Franciele Santos. **Aspectos morfoanatômicos e metabólicos envolvidos na tolerância à seca em eucalipto**. Universidade Federal de Viçosa. Tese de doutorado. 2021.

OLIVEIRA, L.; CARDOSO, A. A.; ANDRADE, M. T.; PEREIRA, T. S.; ARAÚJO, W. L.; SANTOS, G. A.; DAMATTA, F. M.; MARTINS, S. V. Exploring leaf hydraulic traits to predict drought tolerance of *Eucalyptus* clones, **Tree Physiology**, v. 42, n. 9, p. 1750–1761, 2022. doi: 10.1093/treephys/tpac040

PRITZKOW C.; SZOTA C.; Williamson V.G.; Arndt S.K; Phenotypic plasticity of drought tolerance traits in a widespread eucalypt (*Eucalyptus obliqua*). **Forests** 11, 1371. 2020.

PRITZKOW, C.; BROWN, M. J. M.; MURPHY-CARINS, M. R.; BOURBIA, I.; MITCHELL, P. J.; BRODERSEN, C.; CHOAT, B.; BRODRIBB, T. J. Conduit position and connectivity affect the likelihood of xylem embolism during natural drought in evergreen woodland species. *Annals of Botany*. 2022. mcac053, doi: 10.1093/aob/mcac053

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: www.R-project.org/.

RESENDE, M. D. V. DE. Software selegen-reml/blup: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 4, p. 330 - 339, 2016. doi: 10.1590/1984-70332016v16n4a49

RESENDE, M. D. V. Delineamento de experimentos de seleção para maximização da acurácia seletiva e do progresso genético. **Revista árvore**, v. 19, n. 4, p. 479-500, 1995.

RESENDE, M.D.V. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. EMBRAPA, **Informação Tecnológica**, BRASÍLIA. 2002.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182–194, 2007.

ROCHA, M. G. B.; PIRES, I. E.; ROCHA, R. B.; XAVIER, A.; CRUZ, C. D. seleção de genitores de eucalyptus grandis e de eucalyptus urophylla para produção de híbridos interespecíficos utilizando reml/ blup e informação de divergência genética. **Revista Árvore**, v.31, n.6, p.977-987, 2007

SANTOS, G. A.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, L. D.; HIGA, A.; ASSIS, T. F. Adaptabilidade de híbridos multiespécies de eucalyptus ao estado do rio grande do sul. **Revista Árvore**. v.37, n.4, p.759-769, 2013. doi: doi.org/10.1590/s0100-67622013000400019

SILVA, P. H. M.; LEE, D. J.; MIRANDA, A. C.; MARINO, C. L.; MORAES, M. L. T.; PAULA, R. C. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies de eucalipto em diferente condições climáticas. *Scientia Forestalis*, v. 45, 2017. doi: 10.18671/scifor.v45n115.13

Susiluoto, S. & Berninger, F. Interactions between morphological and physiological drought responses in *Eucalyptus microtheca*. **Silva Fennica**. V. 41, n. 2, 2007.

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 9, p. 719-734, 1933.

WELLBURN A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**. v. 144, p. 307–313, 1994. doi: 10.1016/S0176-1617(11)81192-2.

WHITEHEAD, D.; BEADLE, C.L. Physiological regulation of productivity and water use in Eucalyptus: a review. **Forest Ecology and Management**, v.193, p.113-140. 2004.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O programa de melhoramento florestal do Projeto Tolerância de *Eucalyptus* à Seca tem o objetivo de selecionar híbridos de *Eucalyptus* com alta produtividade e sobrevivência para plantios em áreas de déficit hídrico no Brasil. O experimento de teste de progênies instalado em Buritizeiro - MG apresenta condições de déficit hídrico adequadas para selecionar os melhores materiais genético em delineamento experimental. Os objetivos estabelecidos na pesquisa revelam como resultados ótimas famílias, potenciais genitores e candidatos a clones na seleção estatístico-genética.

Os parâmetros genéticos avaliados revelam existência de variabilidade genética a ser explorada no programa de melhoramento florestal para as variáveis silviculturais de interesse. As acurácias são adequadas para todos os caracteres silviculturais avaliados, assim, os resultados obtidos em ambos os capítulos podem ser considerados de alta confiabilidade nas seleções estatístico-genéticas.

Os resultados apresentados na pesquisa revelam famílias com valores genéticos positivos para selecionar indivíduos superiores, como as duas primeiras do ranking GG3389×GG4304 – ((*E. urophylla* HE) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*)) e GG3389×GG4302 – (*E. urophylla* HE × *E. brassiana*). Os cruzamentos em dialelo foram realizados para 33 híbridos de *Eucalyptus* com potencial de tolerância a seca. A estimativa de capacidade geral de combinação – CGC revela os genitores AEC2034 - (*E. urophylla* × (*E. camaldulensis* × *E. grandis*)) e LR830 - *E. longirostrata* como os melhores para ótimas combinações híbridas, visando maior expressão das características de produtividade e sobrevivência, pois ambos apresentam altos valores genéticos aditivos para ambas as características de interesse.

A estimativa de capacidade específica de combinação – CEC demonstra ótimos valores não aditivos de produtividade para as progênies GG1883×GG4302 - (*E. urophylla*) × (*E. brassiana*), GG918×VS62 - (*E. camaldulensis*) × (*E. camaldulensis*)), GG1883×GG4304 - (*E. urophylla*) × (*E. urophylla* × *E. tereticornis*), e VM4×CAM – (*E. urophylla* HE × *E. camaldulensis*). Os materiais classificados foram considerados como os de maior potencial para dominância dessas características e potencial de capitalizar a heterose.

A população avaliada pelas características de crescimento e morfofisiológicas revelam correlação positivas de teor de *Chl* com as variáveis de crescimento ALT, DAP, IMAvol e da relação (IMAvol/ Ψ_w) e -0,52 entre o Ψ_w com e a variável (IMAvol/ Ψ_w), e de -0.14 com o IMAvol ($m^3/ha/ano$). A classificação das melhores famílias por meio do índice e uso da relação (IMAvol/ Ψ_w) apresenta 3 progênies desenvolvidas pelo Projeto Tolerância de *Eucalyptus* à Seca: 24 - GG3389 × GG4302 (*E. urophylla* HE) × (*E. brassiana*), 199 - VM4×CAM (*E. urophylla* HE) × (*E. camaldulensis*) e 36 GG2759×VS2 (*E. urophylla*) × (*E. camaldulensis*).

Nesse contexto, a pesquisa apresenta confiabilidade dos resultados na seleção de materiais genéticos superiores para o avanço do programa de melhoramento genético de híbridos de *Eucalyptus* tolerantes à seca. Os materiais genéticos selecionados podem atender o setor florestal brasileiro em futuros plantios comerciais em áreas de déficit hídrico, contribuindo com o desenvolvimento das áreas em que esses materiais genéticos serão plantados.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Ranking das melhores famílias para o produto dos valores genotípicos (u + g) de sobrevivência e IMAvol (m³/ha/ano) e ganho em relação à média geral da população e as duas melhores testemunhas do experimento.

(continua)

Ranking	Tratamentos	Cruzamento	(u+g)	GISF (%)	GISFT1 (%)	GISFT2 (%)
1	11	GG2673	18,00	135,78	-15,97	35,84
2	25	GG3389×GG4304	15,36	101,18	-28,30	15,90
3	23	VM1	14,87	94,82	-30,56	12,24
4	24	GG3389×GG4302	14,82	94,19	-30,79	11,87
5	3	GG682×GG927	14,24	86,59	-33,50	7,50
6	13	GG1923	14,10	84,77	-34,15	6,45
7	22	GG2759×GG4383	14,02	83,61	-34,56	5,78
8	4	GG682×GG2034	13,80	80,82	-35,56	4,17
9	36	GG2759×VS02	13,73	79,89	-35,89	3,64
10	40	GG1980	13,48	76,54	-37,08	1,71
11	26	GG3389×GG4383	13,28	74,00	-37,99	0,24
12	10	GG682×GG4386	13,24	73,44	-38,18	-0,08
13	41	GG3389×AEC2034	13,20	72,86	-38,39	-0,41
14	45	GG918×VS62	13,17	72,49	-38,52	-0,63
15	9	GG682×GG4383	12,67	65,92	-40,87	-4,41
16	33	GG3389×VS02	12,58	64,76	-41,28	-5,08
17	2	GG682×GG918	12,51	63,93	-41,57	-5,56
18	39	GG2759×AEC2034	12,40	62,43	-42,11	-6,42
19	31	GG2034×VS62	12,18	59,54	-43,14	-8,09
20	37	I144	11,90	55,86	-44,45	-10,20
21	16	GG2034×GG4383	11,86	55,41	-44,61	-10,47
22	19	GG2759×GG3389	11,82	54,85	-44,81	-10,79
23	1	GG682×GG682	11,77	54,23	-45,03	-11,15
24	34	AEC1528	11,68	53,03	-45,46	-11,84
25	14	GG2034×GG4302	11,59	51,87	-45,87	-12,50
26	27	GG918×VS02	11,51	50,81	-46,25	-13,12
27	6	GG682×GG3389	11,44	49,89	-46,58	-13,65
28	5	GG682×GG2759	11,42	49,59	-46,69	-13,82
29	91	GG1883×GG4302	11,38	49,04	-46,88	-14,13
30	15	GG2034×GG4304	11,05	44,80	-48,39	-16,58
31	42	GG3389×AEC2197	11,04	44,63	-48,46	-16,68
32	32	GG2034×CNB16	11,03	44,45	-48,52	-16,78
33	8	GG682×GG4304	11,02	44,32	-48,56	-16,85
34	28	GG2034×AEC2034	10,99	44,03	-48,67	-17,02
35	7	GG682×GG4302	10,92	43,03	-49,02	-17,60
36	54	CNB16×PEL	10,86	42,26	-49,30	-18,04
37	21	GG2759×GG4304	10,80	41,51	-49,56	-18,47
38	92	GG1883×GG4304	10,78	41,24	-49,66	-18,63
39	86	GG1883×GG1883	10,78	41,19	-49,68	-18,66
40	20	GG2759×GG4302	10,58	38,62	-50,59	-20,14

Apêndice 1 - Ranking das melhores famílias para o produto dos valores genotípicos (u + g) de sobrevivência e IMAvol (m³/ha/ano) e ganho em relação à média geral da população e as duas melhores testemunhas do experimento.

(continua)

Ranking	Tratamentos	Cruzamento	(u+g)	GISF (%)	GISFT1 (%)	GISFT2 (%)
42	17	GG2034×GG4386	10,37	35,90	-51,57	-21,71
43	30	GG2034×VS02	10,33	35,36	-51,76	-22,02
44	29	GG2034×AEC2197	10,14	32,78	-52,68	-23,50
45	82	GG4383×VT4	10,13	32,75	-52,69	-23,52
46	49	PQ	10,12	32,63	-52,73	-23,59
47	83	GG4383×AEC2034	10,02	31,32	-53,20	-24,35
48	12	GG2034×GG2759	10,02	31,20	-53,24	-24,41
49	47	GG2034×VM1	9,99	30,91	-53,35	-24,58
50	59	GG4304×VT4	9,93	30,03	-53,66	-25,09
51	70	GG918×AEC2034	9,78	28,07	-54,35	-26,21
52	35	GG3389×CNB16	9,75	27,75	-54,47	-26,40
53	69	GG918×VT4	9,74	27,57	-54,53	-26,50
54	65	GG918×GG4302	9,63	26,17	-55,03	-27,31
55	18	GG2759×GG2759	9,48	24,16	-55,75	-28,47
56	43	GG2034×VT4	9,42	23,40	-56,02	-28,91
57	50	GG682×VS2	9,42	23,39	-56,02	-28,91
58	114	GG3389×I3000	9,39	23,06	-56,14	-29,10
59	77	GG918×VCC1006	9,31	21,98	-56,52	-29,72
60	57	CNB16×CAM	9,26	21,26	-56,78	-30,14
61	60	GG4304×AEC2034	9,22	20,81	-56,94	-30,40
62	110	GG3633×GG4302	9,00	17,84	-58,00	-32,11
63	105	GG3389×GG4386	8,96	17,41	-58,16	-32,36
64	98	GG682×VCC1006	8,95	17,26	-58,21	-32,44
65	95	GG1883×AEC2034	8,92	16,89	-58,34	-32,66
66	61	GG918×GG2759	8,91	16,68	-58,41	-32,78
67	71	GG918×AEC2197	8,80	15,23	-58,93	-33,62
68	46	GG918×GG927	8,79	15,15	-58,96	-33,66
69	55	GG682×VT4	8,73	14,30	-59,26	-34,15
70	78	GG918×VCC2880	8,69	13,89	-59,41	-34,39
71	120	GG3633×AEC2197	8,65	13,31	-59,62	-34,72
72	48	GG2034×VM4	8,59	12,56	-59,88	-35,15
73	68	GG918×GG4386	8,59	12,51	-59,90	-35,18
74	88	GG1883×GG2759	8,56	12,13	-60,04	-35,40
75	115	GG3389×VM1	8,55	12,03	-60,07	-35,45
76	67	GG918×GG 4383	8,45	10,67	-60,56	-36,24
77	73	GG918×VM1	8,43	10,38	-60,66	-36,41
78	76	GG918×CNB16	8,36	9,52	-60,97	-36,91
79	44	GG918×GG918	8,35	9,39	-61,01	-36,98
80	94	GG1883×GG4386	8,30	8,66	-61,27	-37,40
81	84	GG4383×AEC2197	8,27	8,28	-61,41	-37,62
82	81	GG682×I3000	8,25	8,12	-61,47	-37,71
83	56	GG682×VM1	8,24	7,98	-61,52	-37,79
84	51	GG682×VS62	8,19	7,26	-61,77	-38,21

Apêndice 1 - Ranking das melhores famílias para o produto dos valores genotípicos (u + g) de sobrevivência e IMAvol (m³/ha/ano) e ganho em relação à média geral da população e as duas melhores testemunhas do experimento.

(continua)

Ranking	Tratamentos	Cruzamento	(u+g)	GISF (%)	GISFT1 (%)	GISFT2 (%)
85	101	GG2759×GG4386	8,16	6,91	-61,90	-38,41
86	136	GG3633×VT4	8,09	5,99	-62,23	-38,94
87	99	GG682×VCC2880	8,07	5,77	-62,30	-39,07
88	123	GG3633×VM4	8,03	5,22	-62,50	-39,38
89	122	GG3633×VM1	8,03	5,14	-62,53	-39,43
90	141	GG2034×PEL	8,01	4,89	-62,62	-39,57
91	74	GG918×VM4	8,00	4,86	-62,63	-39,59
92	93	GG1883×GG4383	7,99	4,69	-62,69	-39,69
93	52	GG682×CNB16	7,88	3,26	-63,20	-40,51
94	130	GG3633×VS2	7,86	2,99	-63,29	-40,66
95	97	GG1883×VM1	7,85	2,83	-63,35	-40,76
96	113	GG3633×GG4304	7,85	2,80	-63,36	-40,77
97	117	GG3389×VM7	7,79	2,08	-63,62	-41,19
98	87	GG1883×GG2034	7,78	1,88	-63,69	-41,31
99	121	GG3633×I3000	7,77	1,78	-63,73	-41,36
100	100	GG3633×GG3633	7,68	0,59	-64,15	-42,05
101	66	GG918×GG4304	7,68	0,57	-64,16	-42,06
102	111	GG3389×GG3633	7,67	0,46	-64,20	-42,13
103	127	GG3633×VM7	7,65	0,27	-64,26	-42,23
104	132	GG4386×AEC2034	7,65	0,18	-64,29	-42,28
105	104	GG1883×VCC1006	7,62	-0,21	-64,44	-42,51
106	53	CNB16×BRA	7,61	-0,37	-64,49	-42,60
107	126	GG3389×VCC2880	7,58	-0,74	-64,62	-42,81
108	103	GG1883×VM7	7,56	-0,92	-64,69	-42,92
109	118	GG3389×VT4	7,55	-1,06	-64,74	-43,00
110	158	GG3633×BRA	7,54	-1,21	-64,79	-43,09
111	153	GG3389×PEL	7,47	-2,18	-65,14	-43,64
112	64	CNB16×CNB16	7,46	-2,23	-65,15	-43,67
113	150	GG2759×BRA	7,45	-2,38	-65,21	-43,76
114	145	GG682×BRA	7,44	-2,52	-65,26	-43,84
115	135	GG3633×CNB16	7,38	-3,29	-65,53	-44,29
116	162	AEC2034×LR830	7,35	-3,72	-65,68	-44,53
117	58	CNB16×TER	7,33	-3,95	-65,77	-44,66
118	143	GG682×PEL	7,31	-4,26	-65,88	-44,84
119	155	GG3389×BRA	7,28	-4,59	-66,00	-45,03
120	106	GG1883×VCC2880	7,24	-5,20	-66,21	-45,38
121	107	GG1883×VS2	7,22	-5,41	-66,29	-45,50
122	63	CNB16×VT4	7,19	-5,84	-66,44	-45,75
123	154	GG3389×TER	7,14	-6,43	-66,65	-46,09
124	85	GG4383×I3000	7,12	-6,75	-66,77	-46,28
125	116	GG3389×VM4	7,11	-6,80	-66,78	-46,30
126	149	GG1883×BRA	7,11	-6,87	-66,81	-46,35
127	163	AEC2034×LR831	6,97	-8,63	-67,44	-47,36

Apêndice 1 - Ranking das melhores famílias para o produto dos valores genotípicos (u + g) de sobrevivência e IMAvol (m³/ha/ano) e ganho em relação à média geral da população e as duas melhores testemunhas do experimento.

(continua)

Ranking	Tratamentos	Cruzamento	(u+g)	GISF (%)	GISFT1 (%)	GISFT2 (%)
129	119	GG3633×AEC2034	6,81	-10,85	-68,23	-48,64
130	159	GG2759×CAM	6,78	-11,19	-68,35	-48,84
131	112	GG2759×VT4	6,75	-11,54	-68,47	-49,04
132	80	GG4383×GG4386	6,75	-11,55	-68,48	-49,04
133	96	GG1883×I3000	6,73	-11,90	-68,60	-49,24
134	108	GG1883×CNB16	6,62	-13,33	-69,11	-50,07
135	144	GG682×TER	6,61	-13,37	-69,13	-50,09
136	161	AEC2034×I3000	6,60	-13,50	-69,17	-50,17
137	171	AEC2197×LR830	6,55	-14,14	-69,40	-50,53
138	109	GG1883×VT4	6,52	-14,61	-69,57	-50,81
139	131	GG3633×VS62	6,52	-14,63	-69,57	-50,82
140	164	AEC2034×VM1	6,46	-15,36	-69,83	-51,24
141	156	GG3633×PEL	6,35	-16,84	-70,36	-52,09
142	134	GG4304×AEC2197	6,35	-16,87	-70,37	-52,11
143	89	GG1883×GG3389	6,29	-17,59	-70,63	-52,52
144	184	VM7×VM4	6,23	-18,37	-70,91	-52,97
145	168	AEC2034×CAM	6,06	-20,67	-71,73	-54,30
146	142	GG2034×TER	6,01	-21,32	-71,96	-54,67
147	75	GG918×VM7	6,00	-21,34	-71,97	-54,68
148	157	GG3633×TER	5,96	-21,97	-72,19	-55,05
149	173	AEC2197×VM1	5,95	-22,12	-72,24	-55,13
150	177	I3000×VM1	5,93	-22,35	-72,32	-55,26
151	72	GG918×I3000	5,89	-22,79	-72,48	-55,52
152	137	GG4302×AEC2197	5,87	-23,15	-72,61	-55,72
153	176	AEC2197×VT4	5,85	-23,35	-72,68	-55,84
154	167	AEC2034×LON	5,84	-23,47	-72,73	-55,91
155	133	GG4302×AEC2034	5,84	-23,53	-72,74	-55,94
156	165	AEC2034×VCC2880	5,79	-24,21	-72,99	-56,34
157	166	AEC2034×CNB16	5,73	-24,89	-73,23	-56,73
158	174	AEC2197×VM4	5,73	-24,99	-73,27	-56,79
159	170	AEC2197×I3000	5,71	-25,25	-73,36	-56,93
160	146	GG918×PEL	5,64	-26,10	-73,66	-57,42
161	102	GG1883×VM4	5,50	-28,00	-74,34	-58,52
162	138	GG4304×I3000	5,50	-28,01	-74,34	-58,52
163	90	GG1883×GG3633	5,49	-28,07	-74,36	-58,56
164	185	VM7×PEL	5,48	-28,22	-74,42	-58,65
165	186	VM7×VS2	5,42	-29,05	-74,71	-59,13
166	140	GG4304×VM4	5,30	-30,54	-75,25	-59,98
167	199	VM4×CAM	5,29	-30,64	-75,28	-60,04
168	169	AEC2034×TER	5,26	-31,06	-75,43	-60,28
169	172	AEC2197×LR831	5,21	-31,77	-75,68	-60,69
170	178	I3000×VM4	5,07	-33,56	-76,32	-61,73
171	196	VM4×VCC2880	5,01	-34,33	-76,60	-62,17

Apêndice 1 - Ranking das melhores famílias para o produto dos valores genotípicos (u + g) de sobrevivência e IMAvol (m³/ha/ano) e ganho em relação à média geral da população e as duas melhores testemunhas do experimento.

(continua)

Ranking	Tratamentos	Cruzamento	(u+g)	GISF (%)	GISFT1 (%)	GISFT2 (%)
173	148	GG1883×TER	4,95	-35,15	-76,89	-62,64
174	193	VM4×CNB16	4,93	-35,42	-76,98	-62,80
175	129	GG4302×GG4386	4,92	-35,53	-77,02	-62,86
176	175	AEC2197×VCC1006	4,89	-35,95	-77,17	-63,10
177	182	I3000×RES	4,86	-36,31	-77,30	-63,31
178	192	VM4×VCC1006	4,85	-36,41	-77,34	-63,36
179	160	GG682×CAM	4,83	-36,73	-77,45	-63,55
180	197	VM4×VT4	4,82	-36,83	-77,49	-63,61
181	194	VM4×VM7	4,78	-37,41	-77,69	-63,94
182	200	VM4×PEL	4,73	-38,08	-77,93	-64,33
183	191	VM7×CAM	4,73	-38,10	-77,94	-64,34
184	180	I3000×VS62	4,62	-39,45	-78,42	-65,12
185	179	I3000×VS2	4,58	-40,05	-78,63	-65,46
186	208	VM1×VT4	4,47	-41,50	-79,15	-66,30
187	181	I3000×CNB16	4,43	-41,98	-79,32	-66,57
188	128	GG4302×GG4383	4,39	-42,55	-79,52	-66,90
189	189	VM7×VS62	4,38	-42,63	-79,55	-66,95
190	190	VM7×CNB16	4,37	-42,80	-79,62	-67,05
191	151	GG918×TER	4,34	-43,16	-79,74	-67,25
192	152	GG918×BRA	4,31	-43,57	-79,89	-67,49
193	139	GG4304×VM1	4,27	-44,08	-80,07	-67,78
194	62	GG4304×GG4304	4,22	-44,77	-80,32	-68,18
195	188	VM7×VCC2880	4,19	-45,08	-80,43	-68,36
196	147	GG1883×PEL	4,17	-45,41	-80,54	-68,55
197	209	VM1×VS2	3,97	-48,03	-81,48	-70,06
198	125	GG4302×GG4304	3,94	-48,33	-81,59	-70,23
199	195	VM4×LON	3,94	-48,39	-81,61	-70,27
200	187	VM7×VCC1006	3,82	-49,97	-82,17	-71,18
201	183	I3000×TER	3,80	-50,18	-82,25	-71,30
202	201	VM4×BRA	3,78	-50,52	-82,37	-71,50
203	202	VM4×TER	3,55	-53,52	-83,44	-73,22
204	210	VM1×VM7	3,53	-53,70	-83,50	-73,32
205	124	GG4302×GG4302	3,37	-55,91	-84,28	-74,60
206	205	VM4×BRA	3,33	-56,36	-84,45	-74,86
207	207	VM7×TER	3,23	-57,64	-84,90	-75,60
208	216	VM1×VCC1006	3,14	-58,84	-85,33	-76,29
209	213	VM1×RES	2,81	-63,14	-86,86	-78,76
210	206	VM7×LON	2,68	-64,90	-87,49	-79,78
211	214	VM1×CAM	2,68	-64,93	-87,50	-79,80
212	203	VM4×RES	2,66	-65,13	-87,57	-79,91
213	211	VM1×CNB16	2,56	-66,51	-88,06	-80,71
214	215	VM1×TER	2,45	-67,90	-88,56	-81,50
215	220	VM1×VM4	2,41	-68,43	-88,75	-81,81

Apêndice 1 - Ranking das melhores famílias para o produto dos valores genotípicos (u + g) de sobrevivência e IMAvol (m³/ha/ano) e ganho em relação à média geral da população e as duas melhores testemunhas do experimento.

							(conclusão)
Ranking	Tratamentos	Cruzamento	(u+g)	GISF (%)	GISFT1 (%)	GISFT2 (%)	
217	219	VM1×VCC2880	2,31	-69,74	-89,22	-82,57	
218	218	VM1×PEL	2,21	-70,99	-89,66	-83,28	
219	212	VM1×BRA	2,18	-71,48	-89,84	-83,57	
220	217	VM1×LON	1,98	-74,11	-90,77	-85,08	

(u + g): Valor genotípico; GISFP: Ganho individual de seleção de famílias em relação à média geral da população do teste de progênies (Média geral: 52% de sobrevivência e 14.68 m³/ha/ano); GISFT1: Ganho individual de seleção de famílias em relação à média geral da melhor testemunha (VM1: 100% de sobrevivência e 21.42 m³/ha/ano); GISFT2: Ganho individual de seleção de famílias em relação à média geral da segunda melhor testemunha (GG1980: 80% de sobrevivência e 16.56 m³/ha/ano); Testemunhas: Tratamentos - 11,23,13,40,37 e 34.

Apêndice 2 - Ranking das 100 primeiras árvores classificadas como potenciais clones por seus valores genotípicos (u+g) e ganhos preditos para o caráter de crescimento IMAvol (m³/ha/ano) em relação à média geral do experimento e da melhor testemunha.

								(continua)
Ranking	Bloco	Família	Cruzamento	Árvore	(u+g)	GISCT (%)	GISCT1 (%)	
1	2	24	GG3389×GG4302	370	29,19	98,85	36,29	
2	1	36	GG2759×VS02	36	27,84	89,65	29,99	
3	5	11	GG2673	1043	26,76	82,28	24,93	
4	2	11	GG2673	253	26,59	81,15	24,16	
5	5	184	VM7×VM4	911	25,87	76,23	20,78	
6	17	11	GG2673	3730	25,80	75,74	20,45	
7	3	11	GG2673	524	25,50	73,69	19,05	
8	20	25	GG3389×GG4304	4337	25,48	73,60	18,98	
9	5	163	AEC2034×LR831	978	25,44	73,28	18,76	
10	7	23	VM1	1531	25,28	72,23	18,04	
11	9	41	GG3389×AEC2034	1978	25,15	71,31	17,42	
12	9	199	VM4×CAM	1841	25,06	70,69	16,99	
13	4	11	GG2673	669	24,93	69,81	16,38	
14	18	24	GG3389×GG4302	3896	24,61	67,63	14,89	
15	15	25	GG3389×GG4304	3122	24,42	66,37	14,03	
16	8	11	GG2673	1656	24,32	65,66	13,54	
17	12	91	GG1883×GG4302	2430	24,20	64,83	12,97	
18	3	23	VM1	491	24,17	64,66	12,86	
19	5	162	AEC2034×LR830	928	24,16	64,55	12,78	
20	2	177	I3000×VM1	424	24,04	63,77	12,25	
21	1	11	GG2673	11	23,97	63,30	11,92	
22	9	25	GG3389×GG4304	1940	23,97	63,26	11,90	
23	3	199	VM4×CAM	485	23,96	63,24	11,88	
24	6	23	VM1	1249	23,95	63,12	11,80	
25	4	158	GG3633×BRA	875	23,72	61,59	10,75	
26	6	11	GG2673	1227	23,66	61,16	10,46	
27	15	154	GG3389×TER	3132	23,44	59,64	9,42	
28	8	23	VM1	1615	23,38	59,28	9,17	
29	10	23	VM1	2103	23,34	58,96	8,95	

Apêndice 2 - Ranking das 100 primeiras árvores classificadas como potenciais clones por seus valores genotípicos (u+g) e ganhos preditos para o caráter de crescimento IMAvol (m³/ha/ano) em relação à média geral do experimento e da melhor testemunha.

(continua)

Ranking	Bloco	Família	Cruzamento	Árvore	(u+g)	GISC (%)	GISCT1 (%)
31	16	11	GG2673	3353	23,32	58,87	8,89
32	12	92	GG1883×GG4304	2640	23,30	58,69	8,76
33	3	208	VM1×VT4	570	23,25	58,39	8,56
34	12	11	GG2673	2461	23,19	57,95	8,26
35	17	91	GG1883×GG4302	3681	23,19	57,94	8,25
36	9	22	GG2759×GG4383	1793	23,15	57,67	8,06
37	11	11	GG2673	2260	23,05	56,99	7,60
38	9	173	AEC2197×VM1	1796	23,00	56,71	7,41
39	2	208	VM1×VT4	346	22,88	55,89	6,85
40	18	25	GG3389×GG4304	3938	22,79	55,24	6,40
41	17	25	GG3389×GG4304	3629	22,69	54,54	5,92
42	2	40	GG1980	372	22,62	54,10	5,62
43	14	22	GG2759×GG4383	2863	22,54	53,54	5,23
44	9	23	VM1	1779	22,47	53,08	4,92
45	18	158	GG3633×BRA	3914	22,46	52,97	4,84
46	5	208	VM1×VT4	1099	22,45	52,90	4,80
47	17	158	GG3633×BRA	3525	22,38	52,48	4,51
48	20	83	GG4383×AEC2034	4343	22,37	52,37	4,43
49	1	92	GG1883×GG4304	92	22,36	52,34	4,41
50	8	25	GG3389×GG4304	1678	22,25	51,54	3,86
51	16	208	VM1×VT4	3460	22,21	51,28	3,68
52	7	208	VM1×VT4	1514	22,18	51,12	3,58
53	12	171	AEC2197×LR830	2529	22,18	51,08	3,55
54	20	45	GG918×VS62	4219	22,16	50,96	3,47
55	20	191	VM7×CAM	4226	22,16	50,93	3,45
56	1	41	GG3389×AEC2034	41	22,14	50,83	3,37
57	2	25	GG3389×GG4304	339	22,11	50,62	3,23
58	5	24	GG3389×GG4302	901	22,11	50,59	3,21
59	8	24	GG3389×GG4302	1543	22,08	50,42	3,10
60	19	200	VM4×PEL	4057	22,08	50,39	3,08
61	11	25	GG3389×GG4304	2310	21,96	49,61	2,54
62	7	25	GG3389×GG4304	1522	21,96	49,57	2,51
63	14	26	GG3389×GG4383	2986	21,91	49,26	2,30
64	14	162	AEC2034×LR830	3066	21,84	48,80	1,99
65	18	92	GG1883×GG4304	3809	21,82	48,63	1,87
66	1	33	GG3389×VS02	33	21,81	48,59	1,84
67	9	91	GG1883×GG4302	1766	21,80	48,49	1,78
68	15	86	GG1883×GG1883	3134	21,80	48,48	1,77
69	20	220	VM1×VM4	4383	21,79	48,42	1,72
70	9	36	GG2759×VS02	1789	21,79	48,42	1,72
71	12	200	VM4×PEL	2457	21,79	48,40	1,71
72	17	199	VM4×CAM	3541	21,77	48,27	1,63
73	11	199	VM4×CAM	2348	21,75	48,15	1,54

Apêndice 2 - Ranking das 100 primeiras árvores classificadas como potenciais clones por seus valores genotípicos (u+g) e ganhos preditos para o caráter de crescimento IMAvol (m³/ha/ano) em relação à média geral do experimento e da melhor testemunha.

							(conclusão)
Ranking	Bloco	Família	Cruzamento	Árvore	(u+g)	GISC (%)	GISCT1 (%)
75	1	207	VM7×TER	207	21,74	48,11	1,51
76	8	199	VM4×CAM	1717	21,74	48,09	1,50
77	15	22	GG2759×GG4383	3186	21,74	48,08	1,49
78	19	92	GG1883×GG4304	4024	21,72	47,94	1,39
79	5	156	GG3633×PEL	1086	21,67	47,64	1,19
80	1	158	GG3633×BRA	158	21,65	47,48	1,08
81	14	199	VM4×CAM	2927	21,63	47,37	1,01
82	19	25	GG3389×GG4304	4139	21,63	47,36	1,00
83	10	40	GG1980	2118	21,58	47,01	0,76
84	12	36	GG2759×VS02	2446	21,58	46,98	0,74
85	17	23	VM1	3598	21,55	46,77	0,59
86	20	54	CNB16×PEL	4297	21,54	46,75	0,58
87	16	36	GG2759×VS02	3440	21,52	46,59	0,47
88	11	41	GG3389×AEC2034	2314	21,50	46,49	0,40
89	2	199	VM4×CAM	377	21,49	46,37	0,32
90	12	40	GG1980	2484	21,41	45,85	-0,04
91	12	24	GG3389×GG4302	2466	21,38	45,65	-0,18
92	7	40	GG1980	1441	21,37	45,58	-0,22
93	17	22	GG2759×GG4383	3662	21,37	45,56	-0,24
94	15	97	GG1883×VM1	3197	21,36	45,52	-0,26
95	19	9	GG682×GG4383	4156	21,36	45,52	-0,26
96	4	162	AEC2034×LR830	710	21,34	45,38	-0,36
97	4	39	GG2759×AEC2034	696	21,30	45,12	-0,54
98	13	162	AEC2034×LR830	2765	21,24	44,68	-0,84
99	16	45	GG918×VS62	3324	21,22	44,55	-0,93
100	16	23	VM1	3337	21,20	44,42	-1,02

GISC: Ganho individual de seleção dos potenciais clones em relação à média geral da população do teste de progênies (Média geral: 52% de sobrevivência e 14.68 m³/ha/ano); GISCT1: Ganho individual de seleção dos potenciais clones em relação à média geral da melhor testemunha (VM1: 100% de sobrevivência e 21.42 m³/ha/ano).

Apêndice 3 - Ranking das 100 primeiras árvores classificadas como potenciais genitores por seus valores genéticos aditivos (u+a) e ganhos preditos para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) em relação à média geral do experimento.

							(continua)
Ranking	Bloco	Família	Cruzamento	Árvore	(u+a)	GISG (%)	
1	2	24	GG3389×GG4302	370	26,63	81,39	
2	1	36	GG2759×VS02	36	25,54	74,00	
3	20	25	GG3389×GG4304	4337	24,19	64,76	
4	5	184	VM7×VM4	911	23,71	61,49	
5	9	199	VM4×CAM	1841	23,66	61,20	
6	15	25	GG3389×GG4304	3122	23,43	59,60	
7	5	163	AEC2034×LR831	978	23,42	59,53	
8	9	41	GG3389×AEC2034	1978	23,40	59,40	

Apêndice 3 - Ranking das 100 primeiras árvores classificadas como potenciais genitores por seus valores genéticos aditivos (u+a) e ganhos preditos para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) em relação à média geral do experimento.

							(continua)
Ranking	Bloco	Família	Cruzamento	Árvore	(u+a)	GISG (%)	
9	18	24	GG3389×GG4302	3896	23,35	59,09	
10	9	25	GG3389×GG4304	1940	23,10	57,38	
11	12	91	GG1883×GG4302	2430	22,93	56,18	
12	3	199	VM4×CAM	485	22,88	55,88	
13	5	162	AEC2034×LR830	928	22,78	55,19	
14	4	158	GG3633×BRA	875	22,62	54,05	
15	8	208	VM1×VT4	1564	22,38	52,43	
16	3	208	VM1×VT4	570	22,33	52,09	
17	18	25	GG3389×GG4304	3938	22,26	51,65	
18	17	91	GG1883×GG4302	3681	22,21	51,26	
19	17	25	GG3389×GG4304	3629	22,19	51,15	
20	2	177	I3000×VM1	424	22,15	50,88	
21	2	208	VM1×VT4	346	22,06	50,30	
22	9	22	GG2759×GG4383	1793	22,00	49,85	
23	12	92	GG1883×GG4304	2640	21,99	49,80	
24	8	25	GG3389×GG4304	1678	21,87	49,01	
25	2	25	GG3389×GG4304	339	21,78	48,35	
26	5	208	VM1×VT4	1099	21,75	48,17	
27	18	158	GG3633×BRA	3914	21,71	47,89	
28	11	25	GG3389×GG4304	2310	21,67	47,63	
29	7	25	GG3389×GG4304	1522	21,67	47,60	
30	17	158	GG3633×BRA	3525	21,66	47,54	
31	15	154	GG3389×TER	3132	21,62	47,24	
32	16	208	VM1×VT4	3460	21,58	47,01	
33	5	24	GG3389×GG4302	901	21,57	46,92	
34	14	22	GG2759×GG4383	2863	21,57	46,90	
35	7	208	VM1×VT4	1514	21,56	46,90	
36	8	24	GG3389×GG4302	1543	21,55	46,80	
37	19	25	GG3389×GG4304	4139	21,44	46,02	
38	9	173	AEC2197×VM1	1796	21,42	45,93	
39	1	92	GG1883×GG4304	92	21,32	45,26	
40	17	199	VM4×CAM	3541	21,31	45,19	
41	11	199	VM4×CAM	2348	21,30	45,11	
42	8	199	VM4×CAM	1717	21,30	45,07	
43	20	45	GG918×VS62	4219	21,26	44,79	
44	1	41	GG3389×AEC2034	41	21,25	44,77	
45	14	199	VM4×CAM	2927	21,22	44,55	
46	9	36	GG2759×VS02	1789	21,22	44,54	
47	9	91	GG1883×GG4302	1766	21,21	44,51	
48	1	158	GG3633×BRA	158	21,14	43,97	
49	14	162	AEC2034×LR830	3066	21,13	43,95	
50	2	199	VM4×CAM	377	21,12	43,84	
51	12	36	GG2759×VS02	2446	21,07	43,52	

Apêndice 3 - Ranking das 100 primeiras árvores classificadas como potenciais genitores por seus valores genéticos aditivos (u+a) e ganhos preditos para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) em relação à média geral do experimento.

							(continua)
Ranking	Bloco	Família	Cruzamento	Árvore	(u+a)	GISG (%)	
53	16	36	GG2759×VS02	3440	21,03	43,24	
54	15	22	GG2759×GG4383	3186	20,99	43,00	
55	20	83	GG4383×AEC2034	4343	20,96	42,75	
56	18	92	GG1883×GG4304	3809	20,94	42,62	
57	19	200	VM4×PEL	4057	20,92	42,53	
58	15	86	GG1883×GG1883	3134	20,92	42,50	
59	16	24	GG3389×GG4302	3369	20,87	42,14	
60	19	92	GG1883×GG4304	4024	20,86	42,12	
61	14	26	GG3389×GG4383	2986	20,83	41,92	
62	15	24	GG3389×GG4302	3221	20,80	41,68	
63	11	41	GG3389×AEC2034	2314	20,80	41,67	
64	12	171	AEC2197×LR830	2529	20,78	41,54	
65	4	162	AEC2034×LR830	710	20,77	41,50	
66	1	33	GG3389×VS02	33	20,77	41,46	
67	11	208	VM1×VT4	2221	20,73	41,25	
68	17	22	GG2759×GG4383	3662	20,73	41,20	
69	12	200	VM4×PEL	2457	20,71	41,11	
70	13	91	GG1883×GG4302	2784	20,71	41,08	
71	13	162	AEC2034×LR830	2765	20,70	41,00	
72	13	199	VM4×CAM	2843	20,61	40,39	
73	2	91	GG1883×GG4302	418	20,61	40,37	
74	16	45	GG918×VS62	3324	20,58	40,21	
75	19	24	GG3389×GG4302	4022	20,57	40,15	
76	16	199	VM4×CAM	3518	20,57	40,13	
77	4	24	GG3389×GG4302	704	20,51	39,73	
78	3	91	GG1883×GG4302	446	20,50	39,62	
79	5	199	VM4×CAM	945	20,41	39,01	
80	1	162	AEC2034×LR830	162	20,34	38,56	
81	20	220	VM1×VM4	4383	20,33	38,50	
82	4	39	GG2759×AEC2034	696	20,33	38,48	
83	20	191	VM7×CAM	4226	20,31	38,38	
84	12	86	GG1883×GG1883	2596	20,29	38,20	
85	7	200	VM4×PEL	1423	20,28	38,14	
86	5	156	GG3633×PEL	1086	20,26	38,03	
87	1	25	GG3389×GG4304	25	20,26	38,03	
88	18	208	VM1×VT4	3786	20,23	37,84	
89	16	26	GG3389×GG4383	3368	20,21	37,68	
90	9	162	AEC2034×LR830	1888	20,20	37,62	
91	1	159	GG2759×CAM	159	20,18	37,50	
92	4	36	GG2759×VS02	770	20,17	37,39	
93	20	54	CNB16×PEL	4297	20,14	37,17	
94	15	45	GG918×VS62	3171	20,11	37,00	
95	2	45	GG918×VS62	390	20,09	36,84	

Apêndice 3 - Ranking das 100 primeiras árvores classificadas como potenciais genitores por seus valores genéticos aditivos (u+a) e ganhos preditos para o caráter IMAvol ($m^3/ha/ano$) em relação à média geral do experimento.

						(conclusão)	
Ranking	Bloco	Família	Cruzamento	Árvore	(u+a)	GISG (%)	
96	16	184	VM7×VM4	3346	20,08	36,79	
97	1	163	AEC2034×LR831	163	20,08	36,75	
98	18	210	VM1×VM7	3955	20,07	36,71	
99	20	26	GG3389×GG4383	4250	20,07	36,70	
100	17	162	AEC2034×LR830	3656	20,06	36,64	

(u+a): Valor genético aditivo; GISG (%): Ganho individual de seleção em relação à média geral da população ($14.68 m^3/ha/ano$).

Apêndice 4 - Acurácia dos genitores do teste de progênie em cruzamento dialélico no site experimental de Buritizeiro – Minas Gerais.

				(continua)
Ranking	Genitor	Acurácia (IMAvol)	Acurácia (SOB)	
1	GG4304	0,81	0,92	
2	GG4302	0,80	0,91	
3	TER	0,75	0,89	
4	VM1	0,82	0,93	
5	GG4383	0,79	0,91	
6	GG918	0,84	0,93	
7	AEC2034	0,80	0,92	
8	GG4386	0,70	0,87	
9	LR830	0,43	0,65	
10	GG927	0,43	0,66	
11	VS62	0,62	0,83	
12	LR831	0,42	0,65	
13	PEL	0,70	0,88	
14	PQ	0,31	0,53	
15	VS2	0,71	0,89	
16	VT4	0,73	0,90	
17	VM4	0,81	0,93	
18	RES	0,48	0,73	
19	CAM	0,61	0,84	
20	VM7	0,80	0,92	
21	VCC2880	0,65	0,86	
22	GG2034	0,77	0,91	
23	LON	0,52	0,77	
24	GG3389	0,80	0,93	
25	BRA	0,68	0,88	
26	GG682	0,81	0,93	
27	CNB16	0,80	0,93	
28	GG3633	0,80	0,93	
29	I3000	0,76	0,91	
30	GG2759	0,78	0,92	
31	AEC2197	0,73	0,90	
32	GG1883	0,81	0,93	

Apêndice 4 - Acurácia dos genitores do teste de progênes em cruzamento dialélico no site experimental de Buritizeiro – Minas Gerais.

(conclusão)			
Ranking	Genitor	Acurácia (IMAvol)	Acurácia (SOB)
33	VCC1006	0,59	0,84
Média geral	-	0,75	0,90

Apêndice 5 - Ranking para Valores Genotípicos de Combinação (VGC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(continua)				
Ranking	Cruzamento	Cruzamentos	VGC (IMAvol)	VGC (SOB)
1	25	GG3389×GG4304	25,48	0,85
2	199	VM4×CAM	25,02	0,80
3	36	GG2759×VS02	24,88	0,66
4	24	GG3389×GG4302	24,87	0,90
5	208	VM1×VT4	24,75	0,77
6	41	GG3389×AEC2034	24,66	0,68
7	162	AEC2034×LR830	24,55	0,80
8	158	GG3633×BRA	24,43	0,52
9	33	GG3389×VS2	23,92	0,61
10	22	GG2759×GG4383	23,88	0,83
11	91	GG1883×GG4302	23,74	0,88
12	153	GG3389×PEL	23,62	0,53
13	163	AEC2034×LR831	23,48	0,90
14	45	GG918×VS62	23,46	0,98
15	26	GG3389×GG4383	23,31	0,81
16	39	GG2759×AEC2034	23,27	0,67
17	159	GG2759×CAM	23,21	0,35
18	155	GG3389×BRA	23,11	0,47
19	200	VM4×PEL	23,07	0,76
20	184	VM7×VM4	23,00	0,74
21	209	VM1×VS2	22,91	0,78
22	92	GG1883×GG4304	22,74	0,89
23	136	GG3633×VT4	22,70	0,76
24	150	GG2759×BRA	22,67	0,48
25	114	GG3389×I3000	22,56	0,58
26	120	GG3633×AEC2197	22,50	0,39
27	141	GG2034×PEL	22,49	0,56
28	86	GG1883×GG1883	22,49	0,46
29	173	AEC2197×VM1	22,48	0,77
30	171	AEC2197×LR830	22,48	0,75
31	83	GG4383×AEC2034	22,44	0,78
32	82	GG4383×VT4	22,40	0,68
33	161	AEC2034×I3000	22,39	0,55
34	164	AEC2034×VM1	22,39	0,72
35	176	AEC2197×VT4	22,30	0,53
36	115	GG3389×VM1	22,25	0,45

Apêndice 5 - Ranking para Valores Genotípicos de Combinação (VGC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(continua)

Ranking	Cruzamento	Cruzamentos	VGC (IMAvol)	VGC (SOB)
38	154	GG3389×TER	22,15	0,89
39	177	I3000×VM1	22,13	0,84
40	216	VM1×VCC1006	22,11	0,70
41	19	GG2759×GG3389	22,10	0,52
42	156	GG3633×PEL	22,00	0,64
43	174	AEC2197×VM4	21,93	0,44
44	198	VM4×VS2	21,90	0,69
45	220	VM1×VM4	21,80	0,80
46	196	VM4×VCC2880	21,78	0,64
47	42	GG3389×AEC2197	21,76	0,54
48	10	GG682×GG4386	21,70	0,71
49	3	GG682×GG927	21,63	0,82
50	126	GG3389×VCC2880	21,54	0,38
51	98	GG682×VCC1006	21,53	0,53
52	31	GG2034×VS62	21,52	0,73
53	123	GG3633×VM4	21,51	0,51
54	130	GG3633×VS2	21,40	0,51
55	168	AEC2034×CAM	21,38	0,91
56	192	VM4×VCC1006	21,38	0,39
57	122	GG3633×VM1	21,36	0,63
58	197	VM4×VT4	21,27	0,63
59	110	GG3633×GG4302	21,27	0,68
60	145	GG682×BRA	21,18	0,59
61	118	GG3389×VT4	21,14	0,58
62	9	GG682×GG4383	21,13	0,75
63	117	GG3389×VM7	21,11	0,63
64	143	GG682×PEL	21,10	0,68
65	219	VM1×VCC2880	21,10	0,73
66	16	GG2034×GG4383	21,04	0,82
67	185	VM7×PEL	21,02	0,75
68	4	GG682×GG2034	20,87	0,44
69	70	GG918×AEC2034	20,86	0,84
70	186	VM7×VS2	20,85	0,62
71	149	GG1883×BRA	20,83	0,29
72	210	VM1×VM7	20,77	0,74
73	111	GG3389×GG3633	20,77	0,43
74	54	CNB16×PEL	20,76	0,40
75	165	AEC2034×VCC2880	20,76	0,69
76	194	VM4×VM7	20,75	0,62
77	202	VM4×TER	20,72	0,88
78	191	VM7×CAM	20,68	0,86
79	69	GG918×VT4	20,66	0,86
80	27	GG918×VS02	20,65	0,80
81	95	GG1883×AEC2034	20,64	0,72

Apêndice 5 - Ranking para Valores Genotípicos de Combinação (VGC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(continua)

Ranking	Cruzamento	Cruzamentos	VGC (IMAvol)	VGC (SOB)
82	132	GG4386×AEC2034	20,63	0,86
83	193	VM4×CNB16	20,62	0,48
84	218	VM1×PEL	20,60	0,85
85	167	AEC2034×LON	20,58	0,72
86	157	GG3633×TER	20,54	0,73
87	28	GG2034×AEC2034	20,51	0,69
88	121	GG3633×I3000	20,42	0,45
89	101	GG2759×GG4386	20,41	0,55
90	47	GG2034×VM1	20,35	0,85
91	213	VM1×RES	20,33	0,80
92	127	GG3633×VM7	20,25	0,45
93	49	VM7×PQ	20,25	0,63
94	205	VM4×BRA	20,24	0,48
95	6	GG682×GG3389	20,20	0,47
96	214	VM1×CAM	20,17	0,56
97	175	AEC2197×VCC1006	20,13	0,27
98	38	GG2759×CNB16	20,09	0,54
99	166	AEC2034×CNB16	20,01	0,65
100	99	GG682×VCC2880	19,98	0,66
101	50	GG682×VS2	19,96	0,49
102	59	GG4304×VT4	19,93	0,89
103	178	I3000×VM4	19,91	0,54
104	100	GG3633×GG3633	19,90	0,52
105	201	VM4×BRA	19,87	0,61
106	11	GG2673	19,87	0,66
107	37	I144	19,87	0,66
108	40	GG1980	19,87	0,66
109	13	GG1923	19,87	0,66
110	23	VM1	19,87	0,66
111	34	AEC1528	19,87	0,66
112	30	GG2034×VS2	19,84	0,46
113	116	GG3389×VM4	19,84	0,52
114	65	GG918×GG4302	19,84	0,91
115	77	GG918×VCC1006	19,83	0,63
116	88	GG1883×GG2759	19,79	0,34
117	5	GG682×GG2759	19,75	0,36
118	14	GG2034×GG4302	19,67	0,87
119	170	AEC2197×I3000	19,65	0,29
120	135	GG3633×CNB16	19,64	0,64
121	21	GG2759×GG4304	19,60	0,86
122	35	GG3389×CNB16	19,56	0,43
123	32	GG2034×CNB16	19,53	0,56
124	189	VM7×VS62	19,52	0,62
125	119	GG3633×AEC2034	19,51	0,68

Apêndice 5 - Ranking para Valores Genotípicos de Combinação (VGC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(continua)

Ranking	Cruzamento	Cruzamentos	VGC (IMAvol)	VGC (SOB)
126	84	GG4383×AEC2197	19,47	0,77
127	113	GG3633×GG4304	19,40	0,81
128	20	GG2759×GG4302	19,39	0,83
129	17	GG2034×GG4386	19,25	0,66
130	112	GG2759×VT4	19,23	0,35
131	71	GG918×AEC2197	19,20	0,74
132	207	VM7×TER	19,20	0,75
133	29	GG2034×AEC2197	19,20	0,46
134	144	GG682×TER	19,19	0,73
135	94	GG1883×GG4386	19,17	0,78
136	60	GG4304×AEC2034	19,16	0,87
137	172	AEC2197×LR831	19,14	0,52
138	169	AEC2034×TER	19,10	0,98
139	18	GG2759×GG2759	19,09	0,44
140	43	GG2034×VT4	19,07	0,65
141	55	GG682×VT4	19,03	0,33
142	104	GG1883×VCC1006	19,00	0,33
143	15	GG2034×GG4304	18,99	0,82
144	81	GG682×I3000	18,98	0,52
145	78	GG918×VCC2880	18,94	0,76
146	57	CNB16×CAM	18,94	0,36
147	188	VM7×VCC2880	18,91	0,55
148	12	GG2034×GG2759	18,90	0,43
149	8	GG682×GG4304	18,90	0,87
150	182	I3000×RES	18,87	0,51
151	2	GG682×GG918	18,85	0,75
152	179	I3000×VS2	18,84	0,51
153	107	GG1883×VS2	18,80	0,53
154	131	GG3633×VS62	18,80	0,57
155	48	GG2034×VM4	18,76	0,52
156	217	VM1×LON	18,75	0,82
157	190	VM7×CNB16	18,72	0,51
158	61	GG918×GG2759	18,68	0,77
159	68	GG918×GG4386	18,67	0,90
160	93	GG1883×GG4383	18,66	0,73
161	97	GG1883×VM1	18,66	0,67
162	180	I3000×VS62	18,65	0,66
163	73	GG918×VM1	18,61	0,77
164	160	GG682×CAM	18,60	0,42
165	67	GG918×GG 4383	18,55	0,89
166	146	GG918×PEL	18,55	0,72
167	195	VM4×LON	18,53	0,37
168	1	GG682×GG682	18,47	0,46
169	106	GG1883×VCC2880	18,46	0,39

Apêndice 5 - Ranking para Valores Genotípicos de Combinação (VGC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(continua)

Ranking	Cruzamento	Cruzamentos	VGC (IMAvol)	VGC (SOB)
170	215	VM1×TER	18,36	1,02
171	87	GG1883×GG2034	18,33	0,42
172	103	GG1883×VM7	18,28	0,34
173	7	GG682×GG4302	18,16	0,80
174	51	GG682×VS62	18,09	0,54
175	74	GG918×VM4	18,03	0,74
176	76	GG918×CNB16	18,01	0,72
177	142	GG2034×TER	17,99	0,74
178	187	VM7×VCC1006	17,99	0,42
179	56	GG682×VM1	17,97	0,75
180	137	GG4302×AEC2197	17,78	0,70
181	134	GG4304×AEC2197	17,72	0,74
182	46	GG918×GG927	17,63	0,74
183	203	VM4×RES	17,62	0,56
184	109	GG1883×VT4	17,56	0,47
185	212	VM1×BRA	17,36	0,82
186	85	GG4383×I3000	17,34	0,68
187	181	I3000×CNB16	17,13	0,42
188	133	GG4302×AEC2034	17,06	0,93
189	66	GG918×GG4304	17,06	0,95
190	206	VM7×LON	17,02	0,58
191	89	GG1883×GG3389	16,98	0,60
192	80	GG4383×GG4386	16,93	0,93
193	52	GG682×CNB16	16,86	0,43
194	44	GG918×GG918	16,74	0,82
195	53	CNB16×BRA	16,72	0,52
196	140	GG4304×VM4	16,66	0,89
197	79	GG4383×GG4383	16,62	0,73
198	138	GG4304×I3000	16,62	0,68
199	148	GG1883×TER	16,60	0,62
200	211	VM1×CNB16	16,57	0,84
201	96	GG1883×I3000	16,51	0,47
202	64	CNB16×CNB16	16,50	0,67
203	108	GG1883×CNB16	16,48	0,35
204	63	CNB16×VT4	16,31	0,63
205	102	GG1883×VM4	16,16	0,43
206	183	I3000×TER	16,13	0,76
207	58	CNB16×TER	15,92	0,64
208	204	VM7×VM7	15,88	0,46
209	147	GG1883×PEL	15,77	0,48
210	152	GG918×BRA	15,64	0,66
211	90	GG1883×GG3633	15,45	0,44
212	151	GG918×TER	15,33	0,90
213	129	GG4302×GG4386	14,90	0,96

Apêndice 5 - Ranking para Valores Genotípicos de Combinação (VGC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(conclusão)

Ranking	Cruzamento	Cruzamentos	VGC (IMAvol)	VGC (SOB)
214	75	GG918×VM7	14,85	0,80
215	72	GG918×I3000	14,70	0,74
216	139	GG4304×VM1	14,57	0,92
217	128	GG4302×GG4383	13,96	0,94
218	125	GG4302×GG4304	12,84	0,88
219	124	GG4302×GG4302	11,84	1,03
220	62	GG4304×GG4304	11,51	1,10

Apêndice 6 - Ranking das estimativas de capacidade geral de combinação (CGC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e sobrevivência.

(continua)

Ranking	Genitor	(u+a) (IMAvol)	(u+a) (SOB)	GISG (Imavol)	GISG(SOB)
1	GG3389	18,29	0,39	24,59	-25,77
2	AEC2034	17,12	0,69	16,64	32,48
3	VS2	16,47	0,49	12,16	-6,12
4	LR830	16,18	0,66	10,19	27,38
5	GG2759	16,15	0,32	10,03	-38,19
6	PEL	16,09	0,53	9,63	1,65
7	CAM	15,97	0,46	8,78	-12,31
8	GG3633	15,80	0,36	7,63	-31,15
9	VM4	15,76	0,47	7,37	-8,94
10	VT4	15,64	0,48	6,56	-7,94
11	AEC2197	15,48	0,30	5,42	-42,31
12	VM1	15,36	0,77	4,66	47,42
13	VCC1006	15,35	0,23	4,58	-56,13
14	VS62	15,18	0,61	3,39	18,00
15	LR831	15,01	0,60	2,27	14,42
16	BRA	14,97	0,37	1,96	-28,15
17	PQ	14,96	0,52	1,92	0,52
18	GG927	14,89	0,63	1,45	21,85
19	VCC2880	14,86	0,42	1,23	-19,73
20	GG2034	14,67	0,41	-0,10	-20,40
21	GG682	14,35	0,37	-2,26	-28,85
22	GG4383	14,14	0,75	-3,67	44,15
23	GG4386	14,01	0,69	-4,56	32,31
24	RES	14,00	0,47	-4,61	-10,31
25	VM7	13,58	0,45	-7,48	-13,10
26	LON	13,40	0,41	-8,72	-21,94
27	I3000	13,15	0,34	-10,44	-35,37
28	GG1883	13,11	0,28	-10,69	-46,52
29	TER	12,75	0,82	-13,13	57,29
30	GG918	12,42	0,75	-15,36	43,69
31	CNB16	12,01	0,36	-18,18	-30,52

Apêndice 6 - Ranking das estimativas de capacidade geral de combinação (CGC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e sobrevivência.

(conclusão)					
Ranking	Genitor	(u+a) (IMAvol)	(u+a) (SOB)	GISG (Imavol)	GISG(SOB)
32	GG4302	11,76	0,87	-19,87	67,85
33	GG4304	11,54	0,91	-21,38	74,75

*GISG (%): Ganho individual de seleção em relação à média geral da população do teste de progênes (Média geral: 52% de sobrevivência e 14.68 m³/ha/ano).

Apêndice 7 - Ranking das estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(continua)				
Ranking	Cruzamento	Progênes	CEC (IMAvol)	CEC (SOB)
1	91	GG1883×GG4302	6,12	0,16
2	25	GG3389×GG4304	5,37	0,06
3	92	GG1883×GG4304	5,22	0,15
4	24	GG3389×GG4302	4,65	0,13
5	45	GG918×VS62	4,47	0,16
6	86	GG1883×GG1883	4,19	0,04
7	208	VM1×VT4	4,06	0,01
8	199	VM4×CAM	3,96	0,20
9	158	GG3633×BRA	3,85	0,02
10	22	GG2759×GG4383	3,54	0,16
11	36	GG2759×VS2	3,39	0,11
12	184	VM7×VM4	3,14	0,14
13	162	AEC2034×LR830	2,71	-0,02
14	177	I3000×VM1	2,68	0,15
15	65	GG918×GG4302	2,55	-0,04
16	10	GG682×GG4386	2,33	0,04
17	82	GG4383×VT4	2,32	-0,08
18	110	GG3633×GG4302	2,30	-0,08
19	163	AEC2034×LR831	2,22	0,12
20	161	AEC2034×I3000	2,06	-0,10
21	159	GG2759×CAM	1,96	-0,18
22	200	VM4×PEL	1,96	0,12
23	141	GG2034×PEL	1,92	-0,05
24	150	GG2759×BRA	1,92	0,00
25	26	GG3389×GG4383	1,91	0,11
26	173	AEC2197×VM1	1,87	0,10
27	3	GG682×GG927	1,82	0,18
28	209	VM1×VS2	1,81	0,01
29	136	GG3633×VT4	1,79	0,20
30	41	GG3389×AEC2034	1,77	0,00
31	9	GG682×GG4383	1,70	0,05
32	120	GG3633×AEC2197	1,67	-0,08
33	114	GG3389×I3000	1,65	0,08
34	83	GG4383×AEC2034	1,61	-0,08
35	149	GG1883×BRA	1,60	-0,17

Apêndice 7 - Ranking das estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(continua)				
Ranking	Cruzamento	Progênes	CEC (IMAvol)	CEC (SOB)
37	176	AEC2197×VT4	1,55	0,00
38	193	VM4×CNB16	1,55	-0,08
39	54	CNB16×PEL	1,52	-0,19
40	98	GG682×VCC1006	1,49	0,09
41	171	AEC2197×LR830	1,46	0,13
42	16	GG2034×GG4383	1,45	0,10
43	39	GG2759×AEC2034	1,44	0,02
44	69	GG918×VT4	1,44	0,11
45	154	GG3389×TER	1,44	0,15
46	31	GG2034×VS62	1,41	0,08
47	33	GG3389×VS02	1,35	0,03
48	145	GG682×BRA	1,34	0,07
49	155	GG3389×BRA	1,29	-0,05
50	196	VM4×VCC2880	1,27	0,06
51	202	VM4×TER	1,27	0,09
52	14	GG2034×GG4302	1,26	0,09
53	153	GG3389×PEL	1,24	-0,07
54	4	GG682×GG2034	1,18	-0,09
55	59	GG4304×VT4	1,15	0,06
56	174	AEC2197×VM4	1,13	-0,09
57	210	VM1×VM7	1,11	-0,01
58	157	GG3633×TER	1,08	0,00
59	220	VM1×VM4	1,05	0,04
60	27	GG918×VS02	1,01	0,04
61	32	GG2034×CNB16	1,00	0,03
62	185	VM7×PEL	1,00	0,12
63	164	AEC2034×VM1	0,95	-0,14
64	105	GG3389×GG4386	0,90	-0,12
65	70	GG918×AEC2034	0,89	-0,02
66	194	VM4×VM7	0,89	0,02
67	156	GG3633×PEL	0,87	0,06
68	207	VM7×TER	0,84	-0,03
69	38	GG2759×CNB16	0,82	0,06
70	219	VM1×VCC2880	0,80	0,00
71	49	VM7×PQ,	0,79	0,00
72	8	GG682×GG4304	0,77	0,09
73	121	GG3633×I3000	0,76	-0,03
74	77	GG918×VCC1006	0,75	0,00
75	190	VM7×CNB16	0,73	-0,04
76	191	VM7×CAM	0,71	0,27
77	15	GG2034×GG4304	0,69	0,02
78	143	GG682×PEL	0,69	0,09
79	186	VM7×VS2	0,64	0,01
80	192	VM4×VCC1006	0,63	-0,10

Apêndice 7 - Ranking das estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(continua)				
Ranking	Cruzamento	Progênes	CEC (IMAvol)	CEC (SOB)
81	76	GG918×CNB16	0,61	0,02
82	198	VM4×VS2	0,60	0,07
83	122	GG3633×VM1	0,59	-0,07
84	21	GG2759×GG4304	0,56	0,11
85	135	GG3633×CNB16	0,55	0,14
86	113	GG3633×GG4304	0,54	0,03
87	123	GG3633×VM4	0,54	-0,05
88	213	VM1×RES	0,45	0,05
89	144	GG682×TER	0,45	0,00
90	94	GG1883×GG4386	0,42	0,16
91	197	VM4×VT4	0,38	0,01
92	127	GG3633×VM7	0,37	-0,10
93	95	GG1883×AEC2034	0,34	0,10
94	2	GG682×GG918	0,28	0,05
95	178	I3000×VM4	0,27	-0,01
96	68	GG918×GG4386	0,26	0,04
97	166	AEC2034×CNB16	0,26	-0,02
98	20	GG2759×GG4302	0,24	0,09
99	115	GG3389×VM1	0,23	-0,27
100	99	GG682×VCC2880	0,18	0,12
101	170	AEC2197×I3000	0,15	-0,17
102	47	GG2034×VM1	0,15	0,12
103	101	GG2759×GG4386	0,13	-0,10
104	167	AEC2034×LON	0,13	0,03
105	78	GG918×VCC2880	0,11	0,04
106	182	I3000×RES	0,10	-0,04
107	67	GG918×GG 4383	0,08	0,00
108	130	GG3633×VS2	0,08	-0,05
109	71	GG918×AEC2197	0,06	0,07
110	81	GG682×I3000	0,04	0,02
111	11	GG2673	0,00	0,00
112	23	VM1	0,00	0,00
113	34	AEC1528	0,00	0,00
114	37	I144	0,00	0,00
115	40	GG1980	0,00	0,00
116	13	GG1923	0,00	0,00
117	117	GG3389×VM7	-0,02	0,07
118	88	GG1883×GG2759	-0,03	-0,10
119	189	VM7×VS62	-0,05	-0,06
120	7	GG682×GG4302	-0,08	0,04
121	66	GG918×GG4304	-0,11	-0,02
122	132	GG4386×AEC2034	-0,12	0,03
123	93	GG1883×GG4383	-0,16	0,08
124	126	GG3389×VCC2880	-0,22	-0,16

Apêndice 7 - Ranking das estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(continua)				
Ranking	Cruzamento	Progênie	CEC (IMAvol)	CEC (SOB)
125	57	CNB16×CAM	-0,24	-0,19
126	103	GG1883×VM7	-0,26	-0,17
127	17	GG2034×GG4386	-0,28	-0,04
128	19	GG2759×GG3389	-0,31	0,02
129	205	VM4×BRA	-0,31	-0,08
130	42	GG3389×AEC2197	-0,32	0,06
131	218	VM1×PEL	-0,32	0,06
132	168	AEC2034×CAM	-0,35	0,19
133	60	GG4304×AEC2034	-0,37	-0,07
134	104	GG1883×VCC1006	-0,42	-0,07
135	165	AEC2034×VCC2880	-0,42	-0,01
136	73	GG918×VM1	-0,47	-0,13
137	175	AEC2197×VCC1006	-0,48	-0,14
138	188	VM7×VCC2880	-0,50	-0,03
139	84	GG4383×AEC2197	-0,53	0,10
140	28	GG2034×AEC2034	-0,57	-0,01
141	50	GG682×VS2	-0,64	-0,08
142	181	I3000×CNB16	-0,64	-0,07
143	201	VM4×BRA	-0,68	0,04
144	5	GG682×GG2759	-0,69	-0,12
145	214	VM1×CAM	-0,69	-0,20
146	180	I3000×VS62	-0,70	0,04
147	64	CNB16×CNB16	-0,70	0,17
148	106	GG1883×VCC2880	-0,72	-0,10
149	87	GG1883×GG2034	-0,75	-0,06
150	97	GG1883×VM1	-0,77	0,01
151	35	GG3389×CNB16	-0,78	-0,08
152	61	GG918×GG2759	-0,80	0,10
153	217	VM1×LON	-0,82	0,09
154	44	GG918×GG918	-0,87	-0,06
155	215	VM1×TER	-0,89	0,09
156	146	GG918×PEL	-0,90	-0,06
157	138	GG4304×I3000	-0,91	-0,08
158	30	GG2034×VS02	-0,91	-0,13
159	142	GG2034×TER	-0,91	-0,02
160	134	GG4304×AEC2197	-0,98	-0,01
161	118	GG3389×VT4	-1,02	0,01
162	169	AEC2034×TER	-1,03	0,08
163	137	GG4302×AEC2197	-1,03	-0,03
164	29	GG2034×AEC2197	-1,06	-0,04
165	1	GG682×GG682	-1,06	-0,05
166	100	GG3633×GG3633	-1,09	0,02
167	55	GG682×VT4	-1,15	-0,23
168	179	I3000×VS2	-1,16	-0,04

Apêndice 7 - Ranking das estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

(continua)				
Ranking	Cruzamento	Progênie	CEC (IMAvol)	CEC (SOB)
169	107	GG1883×VS2	-1,18	0,00
170	46	GG918×GG927	-1,22	-0,09
171	195	VM4×LON	-1,24	-0,21
172	74	GG918×VM4	-1,25	-0,01
173	43	GG2034×VT4	-1,27	0,06
174	108	GG1883×CNB16	-1,27	-0,11
175	172	AEC2197×LR831	-1,29	-0,07
176	6	GG682×GG3389	-1,31	-0,05
177	111	GG3389×GG3633	-1,47	-0,08
178	85	GG4383×I3000	-1,50	0,00
179	52	GG682×CNB16	-1,51	-0,08
180	148	GG1883×TER	-1,52	-0,07
181	48	GG2034×VM4	-1,65	-0,06
182	58	CNB16×TER	-1,65	-0,09
183	206	VM7×LON	-1,66	0,01
184	187	VM7×VCC1006	-1,67	-0,06
185	12	GG2034×GG2759	-1,69	-0,08
186	160	GG682×CAM	-1,75	-0,14
187	96	GG1883×I3000	-1,81	0,02
188	112	GG2759×VT4	-1,86	-0,19
189	51	GG682×VS62	-1,87	-0,09
190	131	GG3633×VS62	-1,88	-0,06
191	53	CNB16×BRA	-1,96	0,01
192	109	GG1883×VT4	-2,00	-0,05
193	183	I3000×TER	-2,01	0,04
194	56	GG682×VM1	-2,07	0,04
195	119	GG3633×AEC2034	-2,14	0,01
196	140	GG4304×VM4	-2,19	0,06
197	18	GG2759×GG2759	-2,25	-0,02
198	211	VM1×CNB16	-2,31	0,14
199	80	GG4383×GG4386	-2,33	0,07
200	116	GG3389×VM4	-2,38	-0,05
201	151	GG918×TER	-2,45	-0,03
202	203	VM4×RES	-2,45	-0,05
203	133	GG4302×AEC2034	-2,57	0,01
204	63	CNB16×VT4	-2,70	0,07
205	79	GG4383×GG4383	-2,71	-0,16
206	204	VM7×VM7	-2,89	-0,13
207	212	VM1×BRA	-2,99	0,10
208	129	GG4302×GG4386	-3,18	0,04
209	152	GG918×BRA	-3,24	-0,04
210	72	GG918×I3000	-3,27	0,06
211	75	GG918×VM7	-3,35	0,06
212	102	GG1883×VM4	-3,47	-0,08

Apêndice 7 - Ranking das estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) para o caráter IMAvol (m³/ha/ano) e Sobrevivência.

Ranking	Cruzamento	Progênes	(conclusão)	
			CEC (IMAvol)	CEC (SOB)
213	89	GG1883×GG3389	-3,91	0,13
214	125	GG4302×GG4304	-4,01	-0,15
215	147	GG1883×PEL	-4,02	-0,07
216	139	GG4304×VM1	-4,07	-0,06
217	128	GG4302×GG4383	-4,18	-0,01
218	90	GG1883×GG3633	-4,19	-0,02
219	124	GG4302×GG4302	-5,12	0,01
220	62	GG4304×GG4304	-5,23	0,05

Apêndice 8 - Índice de seleção dos potenciais clones realizados para os caracteres silviculturais de crescimento (Altura total, Diâmetro à altura do peito, Incremento Médio Anual Volumétrico – IMAvol) e as variáveis morfofisiológicas (Potencial hídrico foliar (Ψ_w , Mpa), Área foliar específica, Clorofila A (*Chl a*), Clorofila B (*Chl b*), Clorofila Total (*Chl t*).

(continua)

Ranking	Bloco	Tratamentos	Cruzamento	Espécie	Individuo	índice
1	1	36	GG2759×VS02	<i>(E. urophylla) × (E. camaldulensis)</i>	36	12,98
2	9	199	VM4×CAM	<i>(E. urophylla HE) × (E. camaldulensis)</i>	1841	12,78
3	3	199	VM4×CAM	<i>(E. urophylla HE) × (E. camaldulensis)</i>	485	12,45
4	15	24	GG3389×GG4302	<i>(E. urophylla HE) × (E. brassiana)</i>	3221	12,23
5	12	220	VM1×VM4	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla HE)</i>	2548	12,15
6	5	156	GG3633×PEL	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita)</i>	1086	12,02
7	4	36	GG2759×VS02	<i>(E. urophylla) × (E. camaldulensis)</i>	770	11,86
8		11	GG2673	Testemunha (<i>E. urophylla</i>)		11,82
9	18	45	GG918×VS62	<i>(E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	3800	11,81
10	5	168	AEC2034×CAM	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. camaldulensis)</i>	883	11,76
11	2	177	I3000×VM1	<i>(E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. camaldulensis)</i>	424	11,75
12	18	220	VM1×VM4	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla HE)</i>	3826	11,70
13	1	156	GG3633×PEL	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita)</i>	156	11,63
14	9	45	GG918×VS62	<i>(E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	1844	11,63
15	4	24	GG3389×GG4302	<i>(E. urophylla HE) × (E. brassiana)</i>	704	11,61
16		23	VM1	Testemunha (<i>E. urophylla × E. camaldulensis</i>)		11,52
17	6	24	GG3389×GG4302	<i>(E. urophylla HE) × (E. brassiana)</i>	1128	11,50
18	20	21	GG2759×GG4304	<i>(E. urophylla) × (E. urophylla × E. tereticornis)</i>	4248	11,50
19	7	208	VM1×VT4	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. grandis)</i>	1514	11,48
20	1	162	AEC2034×LR830	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. longirostrata)</i> <i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita) × (E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	162	11,48
21	6	84	GG4383×AEC2197	<i>camaldulensis × E. grandis)</i>	1209	11,47
22	15	177	I3000×VM1	<i>(E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. camaldulensis)</i>	3218	11,43
23	12	199	VM4×CAM	<i>(E. urophylla HE) × (E. camaldulensis)</i>	2518	11,41
24	3	156	GG3633×PEL	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita)</i>	464	11,40
25	18	68	GG918×GG4386	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita × E. brassiana)</i>	3958	11,39

Apêndice 8 - Índice de seleção dos potenciais clones realizados para os caracteres silviculturais de crescimento (Altura total, Diâmetro à altura do peito, Incremento Médio Anual Volumétrico – IMAvol) e as variáveis morfofisiológicas (Potencial hídrico foliar (Ψ_w , Mpa), Área foliar específica, Clorofila A (*Chl a*), Clorofila B (*Chl b*), Clorofila Total (*Chl t*)).

Ranking	Bloco	Tratamentos	Cruzamento	Espécie	Individuo	índice
						(continua)
26	5	83	GG4383×AEC2034	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	891	11,38
27	15	141	GG2034×PEL	(<i>E. grandis</i> HE) × (<i>E. pellita</i>)	3209	11,38
28	9	202	VM4×TER	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. tereticornis</i>)	1788	11,36
29	12	45	GG918×VS62	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	2556	11,33
30	4	68	GG918×GG4386	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	741	11,31
31	5	36	GG2759×VS02	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	972	11,27
32	12	168	AEC2034×CAM	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)) × (<i>E. camaldulensis</i>)	2613	11,26
33		40	GG1980	Testemunha (<i>E. urophylla</i>)		11,22
34		34	AEC1528	Testemunha (<i>E. grandis</i> × <i>E. urophylla</i>)		11,22
35	1	83	GG4383×AEC2034	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	83	11,21
36	2	45	GG918×VS62	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	390	11,20
37	18	199	VM4×CAM	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. camaldulensis</i>)	3832	11,18
38	6	162	AEC2034×LR830	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)) × (<i>E. longirostrata</i>)	1120	11,16
39	15	163	AEC2034×LR831	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)) × (<i>E. longirostrata</i>)	3106	11,16
40	12	156	GG3633×PEL	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. pellita</i>)	2536	11,15
41	2	24	GG3389×GG4302	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. brassiana</i>)	370	16,71
42	4	163	AEC2034×LR831	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)) × (<i>E. longirostrata</i>)	721	11,11
43	15	168	AEC2034×CAM	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)) × (<i>E. camaldulensis</i>)	3182	11,11
44	6	141	GG2034×PEL	(<i>E. grandis</i> HE) × (<i>E. pellita</i>)	1243	11,09
45	6	94	GG1883×GG4386	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	1146	11,08
46	20	141	GG2034×PEL	(<i>E. grandis</i> HE) × (<i>E. pellita</i>)	4330	11,08
47	5	208	VM1×VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	1099	11,07
48		37	I144	Testemunha (<i>E. urophylla</i> HE)		11,05
49	6	199	VM4×CAM	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. camaldulensis</i>)	1234	11,05

Apêndice 8 - Índice de seleção dos potenciais clones realizados para os caracteres silviculturais de crescimento (Altura total, Diâmetro à altura do peito, Incremento Médio Anual Volumétrico – IMAvol) e as variáveis morfofisiológicas (Potencial hídrico foliar (Ψ_w , Mpa), Área foliar específica, Clorofila A (*Chl a*), Clorofila B (*Chl b*), Clorofila Total (*Chl t*)).

Ranking	Bloco	Tratamentos	Cruzamento	Espécie	Individuo	índice
						(continua)
51	20	60	GG4304×AEC2034	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	4376	11,01
52	20	36	GG2759×VS02	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	4326	11,01
53	4	168	AEC2034×CAM	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)) × (<i>E. camaldulensis</i>)	723	11,00
54	1	24	GG3389×GG4302	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. brassiana</i>)	24	10,98
55	5	59	GG4304×VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	924	10,97
56	18	94	GG1883×GG4386	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	3816	10,94
57	6	83	GG4383×AEC2034	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	1252	10,93
58	11	208	VM1×VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	2221	10,93
59	3	60	GG4304×AEC2034	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	471	10,89
60	7	83	GG4383×AEC2034	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	1438	10,88
61		13	GG1923	Testemunha (<i>E. urophylla</i>)		10,88
62	15	202	VM4×TER	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. tereticornis</i>)	3121	10,87
63	3	188	VM7×VCC2880	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	617	10,85
64	2	208	VM1×VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	346	10,84
65	4	188	VM7×VCC2880	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	688	10,83
66	12	68	GG918×GG4386	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	2621	10,80
67	9	60	GG4304×AEC2034	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	1818	10,79
68	11	3	GG682×GG927	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	2410	10,78
69	4	220	VM1×VM4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> HE)	795	10,74
70	7	21	GG2759×GG4304	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	1451	10,74
71	20	146	GG918×PEL	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. pellita</i>)	4283	10,74

Apêndice 8 - Índice de seleção dos potenciais clones realizados para os caracteres silviculturais de crescimento (Altura total, Diâmetro à altura do peito, Incremento Médio Anual Volumétrico – IMAvol) e as variáveis morfofisiológicas (Potencial hídrico foliar (Ψ_w , Mpa), Área foliar específica, Clorofila A (*Chl a*), Clorofila B (*Chl b*), Clorofila Total (*Chl t*)).

							(continua)
Ranking	Bloco	Tratamentos	Cruzamento	Espécie	Individuo	índice	
74	9	146	GG918×PEL	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita)</i>	1777	10,72	
75	4	66	GG918×GG4304	<i>(E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. tereticornis)</i>	789	10,70	
76	4	146	GG918×PEL	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita)</i>	716	10,68	
77	9	84	GG4383×AEC2197	<i>((E. grandis × E. brassiana) × E. pellita) × (E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	1863	10,66	
78	15	94	GG1883×GG4386	<i>(E. urophylla) × (E. pellita × E. brassiana)</i>	3147	10,60	
79	9	163	AEC2034×LR831	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. longirostrata)</i>	1768	10,60	
80	5	169	AEC2034×TER	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. tereticornis)</i>	982	10,60	
81	7	169	AEC2034×TER	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. tereticornis)</i>	1420	10,58	
82	15	60	GG4304×AEC2034	<i>(E. urophylla × E. tereticornis) × (E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	3181	10,57	
83	11	146	GG918×PEL	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita)</i>	2306	10,55	
84	11	145	GG682×BRA	<i>(E. urophylla × E. grandis) × (E. brassiana)</i>	2241	10,55	
85	18	110	GG3633×GG4302	<i>(E. camaldulensis) × (E. brassiana)</i>	3901	10,54	
86	1	206	VM7×LON	<i>(E. urophylla HE) × (E. longirostrata)</i>	206	10,53	
87	4	3	GG682×GG927	<i>(E. urophylla × E. grandis) × (E. camaldulensis)</i>	781	10,53	
88	2	110	GG3633×GG4302	<i>(E. camaldulensis) × (E. brassiana)</i>	404	10,50	
89	12	162	AEC2034×LR830	<i>(E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis)) × (E. longirostrata)</i>	2460	10,49	
90	3	145	GG682×BRA	<i>(E. urophylla × E. grandis) × (E. brassiana)</i>	444	10,49	
91	4	134	GG4304×AEC2197	<i>(E. urophylla × E. tereticornis) × (E. urophylla × (E. camaldulensis × E. grandis))</i>	754	10,46	
92	6	145	GG682×BRA	<i>(E. urophylla × E. grandis) × (E. brassiana)</i>	1272	10,45	
93	12	179	I3000×VS2	<i>(E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	2444	10,44	
94	12	214	VM1×CAM	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	2557	10,44	
95	6	66	GG918×GG4304	<i>(E. camaldulensis) × (E. urophylla × E. tereticornis)</i>	1235	10,41	
96	6	214	VM1×CAM	<i>(E. urophylla × E. camaldulensis) × (E. camaldulensis)</i>	1217	10,40	
97	7	68	GG918×GG4386	<i>(E. camaldulensis) × (E. pellita × E. brassiana)</i>	1356	10,39	

Apêndice 8 - Índice de seleção dos potenciais clones realizados para os caracteres silviculturais de crescimento (Altura total, Diâmetro à altura do peito, Incremento Médio Anual Volumétrico – IMAvol) e as variáveis morfofisiológicas (Potencial hídrico foliar (Ψ_w , Mpa), Área foliar específica, Clorofila A (*Chl a*), Clorofila B (*Chl b*), Clorofila Total (*Chl t*).

Ranking	Bloco	Tratamentos	Cruzamento	Espécie	Individuo	índice
99	4	59	GG4304×VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	852	10,38
100	5	3	GG682×GG927	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	1026	10,33
101	7	59	GG4304×VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	1415	10,32
102	4	207	VM7×TER	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. tereticornis</i>)	687	10,31
103	3	207	VM7×TER	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. tereticornis</i>) (<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	607	10,31
104	11	134	GG4304×AEC2197	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	2341	10,27
105	12	94	GG1883×GG4386	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. brassiana</i>)	2507	10,22
106	5	110	GG3633×GG4302	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. brassiana</i>)	889	10,22
107	1	66	GG918×GG4304	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	66	10,22
108	11	169	AEC2034×TER	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)) × (<i>E. tereticornis</i>)	2216	10,21
109	3	66	GG918×GG4304	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	442	10,21
110	11	94	GG1883×GG4386	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	2204	10,20
111	2	94	GG1883×GG4386	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	287	10,19
112	1	21	GG2759×GG4304	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	21	10,19
113	12	207	VM7×TER	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. tereticornis</i>)	2570	10,16
114	1	68	GG918×GG4386	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. pellita</i> × <i>E. brassiana</i>)	68	10,14
115	20	169	AEC2034×TER	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)) × (<i>E. tereticornis</i>)	4310	10,06
116	3	206	VM7×LON	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. longirostrata</i>)	489	10,04
117	12	66	GG918×GG4304	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>)	2528	10,02
118	20	20	GG2759×GG4302	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. brassiana</i>) ((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	4384	10,00
119	15	84	GG4383×AEC2197	(<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)	3081	9,98
120	4	44	GG918×GG918	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	813	9,97

(continua)

Apêndice 8 - Índice de seleção dos potenciais clones realizados para os caracteres silviculturais de crescimento (Altura total, Diâmetro à altura do peito, Incremento Médio Anual Volumétrico – IMAvol) e as variáveis morfofisiológicas (Potencial hídrico foliar (Ψ_w , Mpa), Área foliar específica, Clorofila A (*Chl a*), Clorofila B (*Chl b*), Clorofila Total (*Chl t*).

(continua)

Ranking	Bloco	Tratamentos	Cruzamento	Espécie	Individuo	índice
124	9	211	VM1×CNB16	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> HE)	1812	9,95
125	12	206	VM7×LON	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. longirostrata</i>)	2614	9,94
126	20	64	CNB16×CNB16	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. urophylla</i> HE)	4356	9,92
127	6	146	GG918×PEL	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. pellita</i>)	1224	9,89
128	2	3	GG682×GG927	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	311	9,87
129	20	208	VM1×VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	4378	9,85
130	20	214	VM1×CAM	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	4349	9,82
131	11	211	VM1×CNB16	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> HE)	2407	9,80
132	15	64	CNB16×CNB16	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. urophylla</i> HE)	3104	9,76
133	1	3	GG682×GG927	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	3	9,75
134	6	207	VM7×TER	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. tereticornis</i>)	1155	9,72
135	7	20	GG2759×GG4302	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. brassiana</i>)	1502	9,67
136	4	208	VM1×VT4	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × <i>E. grandis</i>)	856	9,59
137	15	206	VM7×LON	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. longirostrata</i>)	3088	9,58
138	4	211	VM1×CNB16	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla</i> HE)	671	9,57
139	2	214	VM1×CAM	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	363	9,48
140	4	169	AEC2034×TER	(<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>)) × (<i>E. tereticornis</i>)	769	9,44
141	3	179	I3000×VS2	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	490	9,44
142	9	206	VM7×LON	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. longirostrata</i>)	1893	9,43
143	9	64	CNB16×CNB16	(<i>E. urophylla</i> HE) × (<i>E. urophylla</i> HE)	1881	9,27
144	5	84	GG4383×AEC2197	((<i>E. grandis</i> × <i>E. brassiana</i>) × <i>E. pellita</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	1095	9,26
145	11	44	GG918×GG918	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	2206	9,21

Apêndice 8 - Índice de seleção dos potenciais clones realizados para os caracteres silviculturais de crescimento (Altura total, Diâmetro à altura do peito, Incremento Médio Anual Volumétrico – IMAvol) e as variáveis morfofisiológicas (Potencial hídrico foliar (Ψ_w , Mpa), Área foliar específica, Clorofila A (*Chl a*), Clorofila B (*Chl b*), Clorofila Total (*Chl t*).

							(conclusão)
Ranking	Bloco	Tratamentos	Cruzamento	Espécie	Individuo	índice	
149	5	134	GG4304×AEC2197	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	932	8,85	
150	5	20	GG2759×GG4302	(<i>E. urophylla</i>) × (<i>E. brassiana</i>)	1030	8,80	
151	6	124	GG4302×GG4302	(<i>E. brassiana</i>) × (<i>E. brassiana</i>)	1105	8,72	
152	6	134	GG4304×AEC2197	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	1147	8,67	
153	12	124	GG4302×GG4302	(<i>E. brassiana</i>) × (<i>E. brassiana</i>)	2534	8,58	
154	1	134	GG4304×AEC2197	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. tereticornis</i>) × (<i>E. urophylla</i> × (<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. grandis</i>))	134	8,41	
155	4	179	I3000×VS2	(<i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. camaldulensis</i>)	841	8,38	
156	18	211	VM1×CNB16	(<i>E. urophylla</i> × <i>E. camaldulensis</i>) × (<i>E. urophylla HE</i>)	3854	8,10	